GALAKSIJA

Časopis za nauku i tehnologiju

Broj 229/maj 1991./Cena 30 D



Zamka za elektron

Roboti koji hodaju

Računarske mreže

Šatl u škripcu

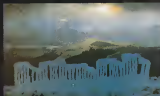
HIMNE OD LEDA I LIŠĆA

Skulpture škotskog umetnika Endrju Goldsvortija (Andrew Goldsworthy) dirljivo su lepe. Skulpture? Endrju radi u prirodi, svoje objekte oblikuje od grančica, lišća, kamenja, leda i snega. Dela koja su prolazna, od kojih ostaju samo fotografije. A dok na nestanu, čini se kao da se sama priroda poigrala . . . i zaista, neka od ovih dela bivaju dovršena tek delovanjem prirode, vetrom, mrazem, suncem — drvo pukne od hladnoće, snežni stubovi se pripiju i stvrdnu od ledene kiše, u plitku vodu zabodeno pruće se reflektuje na mirnoj površini i tek sa svojim odrazom čini savršenu celinu. Najzad, priroda sama uzme ono što je njeno, jer ništa nije večno, ni zvezde, ni čovek. Tako vetar razveja lišće, ptice pokljucaju zmevije ili raznesu granje ne bi li napravile gnezda, sneg se istopi na suncu . . .

Sami nazivi Endrjuovih dela su kao vetar, puni šaputavih reči, dugi su kao letnji dan pored potoka: „Jesenovo suvo lišće poređano oko rupe u zemlji, rastureno od psa, ponovo započeto jednog vetrovitog sunčanog dana“. Ili „zasečeni zarezi u zeleđanom snegu, jak olujni vetar, nagla smena sunca i oblaka“. Jer, priroda ima vremena, ništa nije važno i ništa se ne može svesti na jednu kratku, krutu reč. „Himne prirodi“, tako je jedan kritičar nazvao ove plastike.











Jedan od umetnikovih izvora nadahnuća bila je i japanska plastika, sa svojom začuđujućom jednostavnošću, prefinjenom estetikom i inspiracijom u prirodi. Kao i u japanskoj umetnosti, tako su i Endrjuova dela prožeta svetlošću, koja im daje gotovo sanovitu transparentnost. Umetnika tu kao i da nema ili kao da nije ni bitan. „Ladolež je uzbudljiv i kad je nacrtan neveštom rukom,“ kaže jedna japanska pesma.

U „Galaksiji“ od marta 1991. govorili smo o umetnosti stvorenoj računarom („Rađanje nove estetike“). Endrjuova umetnost ukazuje na jedan sasvim drugi pravac kojim čovek može da krene, samo ako shvati da je on sam deo prirode. Čoveku je pored ekološke industrije i ekološke nauke potrebna i ekološka umetnost. Dela Endrjue Golsvortija su prožeta ljudskošću, zato su tako lepa, i tako prolazna.

Časopis za nauku i tehnologiju

GALAKSIJA

GALAKSIJA

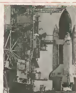
ISSN 0350 — 123X
EAN 9770350123001
Maj 1991
Broj 229
Godina XX

Sadržaj


str. 8


str. 24


str. 39


str. 57

Izdaje i štampa DP BIGZ
Bulevar vojvode Mišića 17
11000 Beograd

telefoni
redakcija 650-161, 651-666/335
pretplata 650-528

Agencija BIGZ 653-049
Telex 11855 BIGZ
Telefax BIGZ 651 841

GENERALNI DIREKTOR
Ilija Rapaić

DIREKTOR NOVINSKOG SEKTORA
Zoran Nikodijević

V. D. GLAVNOG I ODGOVORNOG UREDNIKA
mr Rade Grujić

REDAKCIJA
Mirjana Ilić
Sanja Ćosić, Dušan Mijatović (tehnički urednik), Jelena Radević-Kosanović (sekretar redakcije)

Stalni saradnici
Akademik Tatomir Anđelić, akademik Miomir Vukobratović, dr Radivoj Petrović, inž. Dragan Cvetković, Voja Čolanović, Zvezdan Đurić, Vasna Ćosić, dr Đorđe Grujić, Tanasije Gavranović, Mirza Huskić, Aleksandar Jamcov, dr Radovan Jović, dr Đuro Koruga, dr Neven Krašić, dr Ilija Lakićević, Dušica Lukić, Ivan Mastilović, Damir Mikuličić, Dejan Predić, dr Petar Radičević, Ljiljana Gračanin, dr Petar Jovanović, Dejan Ristanović, Stevan Topalović, Gavrilo Vučković, Marko Kinć, Vanda Adlar, Desa Božin, dr Milan Božić, dr Đorđe Ignjatović, mr Dejan Milojičić, dr Dragan Panić, Božidar Travica — dopisnik iz SAD, dr Jovan Ševaljević
Bojan Patrović

PRETPLATA U ZEMLJI
— Za jednu godinu 300,00
— Za šest meseci 150,00

Na žiro račun 60802-603-23264

PRETPLATA ZA INOSTRANSTVO
USD 43,00, DEM 67,00, CHF 55,00, GBP 23,00, FRF 226,00
na devizni račun Beogradske banke 60811-620-6-62701-999-01068 ili međunarodnom poštanskom uplatnicom.
Posebna doplata za avionsko slanje

Na osnovu mišljenja Sekretarijata za informacije SR Srbije broj 413-01-47 od 4.2.1991. plaća se osnovni porez na promet po avlašćenoj tarifi od 3 odsto

Reč urednika

Sadržaj ovog broja „Galaksije" u znatnoj meri je pravljen pod utiskom jedne kratke beleške u časopisu „Nature" o budućnosti Jugoslavije. Časopis je, na početku, podsetio da se takva dilema postavljala i pre desetak godina – Šta će sa Jugoslavijom biti posle Tita? – da bi danas ponovo postala izuzetno aktuelna. Već evidentno naučno i tehnološko zaostajanje Jugoslavije u odnosu na razvijeni svet, moglo bi, razbijanjem Jugoslavije na više malih državica, sve njih staviti pred nepremostiv zadatak nadoknađivanja tog zaostatka. Čak i ovakva kakva trenutno jeste, Jugoslavija teško može na naučno-tehnološkom planu značajnije smanjiti taj jaz u narednih desetak godina – podeljena na sitnije delove, to ne bi mogla nikako, konstatuje „Nature", uz podsećanje da i naučno-tehnološko integrisanje nekadašnje Istočne Nemačke u norme i standarde visokorazvijenog zapadnog dela, ide dosta teško, bez obzira na silnu finansijsku injekciju koja se svakodnevno ubrizgava. Ni Jugoslavija, ni njene republike pojedinačno, nemaju niti će imati ni približno toliko sredstava na raspolaganju, pa zaista nije preterivanje kada se konstatuje da bi razdeljene i zavađene jugoslovenske države bile poslednja afrička oaza na evropskom tlu.

Zato smo i ovaj broj „Galaksije" zamislili kao mali podsetnik na ono čime se razvijeni svet bavi dok se mi međusobno gušimo u našim nacionalizmima i izmima svih političkih vrsta. Od teme posvećene fizici elementarnih čestica date kroz rad nobelovca Hansa Demelta koji već decenijama pokušava da ukroti veliku snagu najmanjeg – elektrona, preko „kvantnih skokova ka manjim čipovima" i moći lasera, te „svetlosne alatke", preko hodajućih robota „Odeksa, Rezusa i Atile" koji su već našli svoju primenu u svetu koji ih je načinio, pokušali smo da makar kao kreatori jednog časopisa zadržimo korak sa onim što je u svetu nauke i tehnologije najaktuelnije, ako to ne možemo da učinimo kao građani jedne problematične i osporene države. Želja samo na prvi pogled izgleda skromna – svi u redakciji osećamo da radimo nešto veliko, i da će se jednom kada sve ovo što se trenutno dešava „prekrije ruzmarin, snjegovi i šaš", Jugoslavija morati da se okrene onome što je preokupacija najvećeg dela sveta. Ako bar malo doprinesemo tome, uradićemo veliku stvar.

Vi i „Galaksija"! Nakon prave najezde vaših ponuda za saradnju, pisma su se malo proredila, ali zato svaki novi broj „Galaksije" donese i po neki tekst novog saradnika. Međutim, kao što je u muzici najteže snimiti drugi album, a u literaturi napisati drugu knjigu, isto važi i za novinarstvo. Ako ste poštom poslali tekst koji nije objavljen, ne očajavajte – napišite i pošaljite drugi. Ili pišite šta bi voleli da čitate u „Galaksiji" i da li smo na liniji Vašeg interesovanja. Budite konkretni: nedavno sam dobio pismo čitaoca koga interesuju „oni veliki leteći baloni". I biće tema o velikim letećim balonima. I o motornim zmajevima. Dirižablima. O svemu što Vas interesuje i što od nas budete tražili. Mi od Vas tražimo samo strpljenje.

I ... isecajte kupone! Jun je blizu. ●

☐ *Rade Grujić*
v. d. glavnog i odgovornog urednika

G A L A K S I J A

Panoptikum

ASTRONOMSKI RAJ NA JUŽNOM POLU

Antarktički kontinent se zbog svog čistog i mirnog vazduha smatra jednom od najboljih svetskih astronomskih 'osmatračnica'. Prvi korak ambicioznog plana da se tamo izgradi međunarodna opservatorija preuzeli su Amerikanci. Nacionalna naučna fondacija SAD se odlučila da sagradi tri teleskopa u američkoj „Skot-Amundsen" bazi na Južnom polu.

'Na Zemlji ne postoji bolje mesto od antarktičkog platoa za naš tip astronomije,' kaže Al Harper sa Čikago univerziteta, koji će upravljati tim novim centrom za astrofizička istraživanja. Antarktik je za astronoma privlačan jer njegov ledeni vazduh sadrži malo vodene pare koja blokira delove infracrvenog spektra.

U centru će raditi 1,7-metarski Antarktički podmilimetarski teleskop/pokretna opservatorija, sagrađena na Bostonskom univerzitetu u AT&T Bel laboratorijama. Teleskop će raditi na talasnim dužinama između 200 mikrometara i jednog milimetra, a služiće za proučavanja nastanka i evolucije molekularnih oblaka u našoj galaksiji.

Harperova grupa u Čikagu će napraviti SPIREX (South Pole Infrared Explorer), 60-santimetarski teleskop kojim će se osmatrati nebo na talasnim dužinama od oko 2,5 mikrometara. Naučnici žele da ga iskoriste za posmatranje udaljenih mladih galaksija, mladih zvezda u međuzvezdanim oblacima gasa i 'smeđih patuljaka'.

U okviru projekta 'Anizotropija kosmičkog pozadinskog zračenja' vršiće se osmatranja na talasnim dužinama od jedan do deset milimetara tragajući za varijacijama pozadinskog zračenja, veličine jednog milionitog dela prosečnog intenziteta. Ukoliko se na tom nivou ne nađu tražena odstupanja, biće potrebno da se preispitaju teorije o nastanku Univerzuma. ■

SAČUVATI DUNAV

Tokom sledećih nekoliko meseci radiće se na izradi nacrta međunarodne konvencije o zaštiti Dunava. Na sastanku u Budimpešti održanom u februaru okupile su se države kroz koje protiče Dunav i zaključile da je potrebno hitno donošenje takve konvencije, jer se pred reku stavljaju sve veći zahtevi. Na primer, do sledeće godine treba da se otvori kanal Rajna-Majna-Dunav, čime će se otvoriti vodeni prolaz kroz Evropu, o čemu je sanjao još Šarlemanj u devetom veku.

Ovo nije prva međunarodna deklaracija o Dunavu. U decembru 1985. godine iste zemlje su se okupile u Bukureštu i potpisale dokument koji ih obavezuje na čuvanje reke. Neko vreme posle tog sastanka govorilo se o ekološkoj komisiji koja bi zasedala u Bukureštu, ali je konačno Bukureška deklaracija nestala u arhivima rumunske vlade.

Na sastanku u Budimpešti insistirano je na donošenju praktičnih mera za zaštitu Dunava. Po novoj konvenciji, sve će zemlje usvojiti iste sisteme za monitoring i metode za određivanje uticaja okoline. Konvencija će se takođe baviti prekograničnim prenosom zagađenja, doneće pravila o zaštiti močvarnih staništa, i dati uputstva za zaštitu područja od ekološkog značaja ili velike estetske vrednosti. U dokumentu se neće pominjati kontroverza između Čehoslovačke i Mađarske u vezi sa branom Gabčikovo-Nađmaroš, ali oni koji su pravili nacrt imali su je u vidu kada su pisali klauzulu koja obavezuje potpisnike da razmotre ekološke aspekte raz-

voja pre nego što donesu ikakve odluke o novim projektima. Obnavljanje i održavanje, približno prirodnih uslova' je, kaže se, u 'zajedničkom dugoročnom interesu' države kroz koju protiče reka. Potreba za brzim delovanjem je sve izrazitija. U martu 1988. godine je jedna hidrološka ekspedicija od 116 naučnika iz devet zemalja uzela uzorke voda Dunava od ušća do izvora. Ukupni rezultati još nisu objavljeni, ali poznati podaci govore da su skoro sva vrste zagađivača — teški metali, pesticidi, industrijski i gradski otpaci — zastupljeni u vodama Dunava i to u koncentracijama daleko većim od onih koje se smatraju bezbednim.

U Dunavu su zastupljeni gotovo svi tipovi zagađivača u 'nebezbednim koncentracijama'. Organizmi koji žive oko ušća reke sadrže više od dva puta veću količinu žive i DDT-ja od organizama koji žive na suprotnoj strani Crnog mora. ■

LABORATORIJA NA VRHU SVETA

Naučnici sada imaju priliku da otkriju šta je tačno potrebno da bi neko postao ser Edmund Hilari ili pak Rajnold Mesner. U piramidi načinjenoj od stakla i aluminijuma, u blizini baznog logora za uspone na Everest, oko 60 istraživača iz Nepala i Evrope će proučavati uticaje razređene atmosfere sa vrha sveta na ljude, životinje i biljke.

Naučnici su već izvršili testiranja alpinista na visinama većim od 8000 metara. Proučavali su sposobnost pamćenja i orijentacije.

Laboratorija se nalazi na pet dana hoda od Lukle, najbližeg aerodroma. U vreme monsuna, kada u jezerima ima dovoljno vode, koristiće se mala hidroturbina za proizvodnju do sto kilovata za zagrevanje laboratorije i napajanje laboratorijske opreme. Zimi, kada nivo vode opadne, za tu svrhu će se koristiti solarni paneli. ■

PAMĆENJE VODE

Dve godine posle privremenog zatišja francuski naučnik Žak Benvenist objavljuje nove dokaze za teoriju o pamćenju vode ili „duhovima molekula". Benvenist je zajedno sa svojim kolegama u INSERM-u, istraživačkom medicinskom centru u Parizu, okončao eksperimente koji treba da pruže sigurnije dokaze za teoriju o pamćenju vode koja je 1988. godine izazvela mnoge polemike i u načelu odbačena.

Radi se o tvrdnji da rastvor antitela razređen do tačke kada više ne sadrži ni jedan molekul antitela nastavlja da provocira odgovor belih krvnih zrnaca, baš kao da poseduje duhova molekula koji se u njemu više ne nalaze. Kada je pre dve godine Benvenist po prvi put objavio svoje pretpostavke, njegove tvrdnje imale su veliki publicitet. Kontroverza je produbljena kada je istraživački tim u svojstvu „lovaca na duhove" poslat u Benvenistovu laboratoriju okončavši svoju detektivsku misiju tvrdnjom da je ova teorija nezasnovana.

Posle perioda zatišja i ćutanja, Benvenist progovara i kaže: „Mi znamo da je ovaj fenomen stvaran i da je u vezi sa načinom na koji molekuli komuniciraju." Ako bi se ispostavilo da je u pravu, postojeći zakoni hemije bili bi srušeni. Otac teorije o „duhovnosti" molekula ističe da je njegov tim ponovio eksperimente iz 1988. godine, ali sada pod mnogo strožom naučnom kontrolom. Navodi da su sada eliminisali problem posmatračke pristrasnosti, što je bila i najoštrija zamerka njegovom projektu.

Kao i 1988. godine, istraživači su merili odgovor belih krvnih zrnaca u rastvoru antitela koji stupaju u reakciju sa IgE molekulima na površini ćelija. Da bi izbegli posmatračku pristrasnost, novi eksperimenti su izvedeni „na slepo", sa kodiranim sadržajima koji su upotrebljavani u eksperimentu. U isto vreme izvođeni su i kontrolni eksperimenti. Identične ćelije testirane su u drugom tipu rastvora, odnosno antitela. Reakcije na površini ćelija nije bilo, uprkos sličnosti antitela. Benvenist smatra da zbog toga otpada primedba da je pročišćeni rastvor „kontaminiran" biološkom aktivnošću IgE antitela na površini ćelija. Da je tako, došlo bi i do reakcije u rastvoru u kojem su se prethodno nalazila antitela druge vrste. Posle novih eksperimenata, Benvenist zastupa staru tvrdnju — čak i kada se rastvor antitela do krajnosti razredi i iščisti od njihovih molekula, neke ćelije i dalje daju odgovor na antitela, baš kao da su i dalje u rastvoru. Međutim, sada ide dalje i pominje ćelije koje daju „spontani" odgovor čak i rastvoru u kojem nikada nije bilo antitela. Čuveni časopis „Nature", međutim, nije objavio njegova radova, tvrdeći da ne sadrža ubedljivu statističku evidenciju.

Ali, Benvenista to ne obeshrabruje. Naprotiv, on će svoje eksperimente nastaviti ove godine, i to posmatranjem „duhova" u rastvoru histamina koji napade krvotok srca, čak i tada kada su iz njega svi tragovi histamina eliminisani. ■

UMESTO KOLA KUĆA

Tim „Tojotinih" inženjera upustio se u rešavanje najvećeg problema japanske automobilske industrije — parking prostora. Koncept novih modela kola sastoji se u sledećem — pritiskom na dugme kola se uspravljaju i postaju nešto nalik ulazu u kuću. Kada su na putu, kola imaju četiri sedišta, ali u „kućnoj" varijanti, sedišta se pretvaraju u noseće stubove. Isto tako, retrovizori postaju svetiljke na ulazu u ovu lažnu kuću, zapravo kola kojima nije potreban parking. ■

NESTANAK VRSTA

Brazilski biolozi očajnički pokušavaju da spasu populaciju morskih krava, jer poslednja istraživanja kažu da je uz istočnu obalu ostalo još svega sto šezdeset ovih predivnih, lenjih stvorenja. Populacija je za deset godina upola manja.

Morske krave, sisari koji dostižu dužinu 4,5 metara i težinu šesto kilograma ubrzano nestaju i to iz više razloga. Jedan od uzroka je zagađenje obalnih voda, njihovog omiljenog staništa. Manje, rečne vrste koje žive u vodama Amazona, možda su u još većoj opasnosti, što biolozi, zbog toga što je voda tamna nisu u stanju da utvrde. Poznato im je samo to da ova životinje više ne žive u svojim tradicionalnim staništima i da se lov na njih nastavlja.

Morske krave najviše ugrožavaju lovci odnosno ribari, tako da se i pored zakonske zabrane lova, njihovo meso i dalje prodaje na tržištu Amazonije. Vrlo često nalazi se na meniju lokalnih restorana. Najgore je to što su ove životinje naivne i nespretne, te se lako i često nađu upetljane u ribarske mreže, čak i onda kada ta zamka nije namenjena njima. Za to vreme, lovci, čak i onda kada ih država kazni zbog lova na morske krave, uopšte ne shvataju zašto ne smeju da ih love. Iz tih razloga Nacionalni institut za istraživanje Amazonije (INPA) intenzivira kampanju među lokalnim stanovništvom s ciljem da lov potpuno zaustavi.

Morske krave su, na žalost, veoma lak plen, jer dugo ostaju mirne, u jednom položaju, i to blizu obale. Da stvari budu gore, populacija se sporo obnavlja. Naime, ženke daju samo po jedno mladunče i to svake treće godine. Biolozi nameravaju da obnove populaciju veštačkim odgajanjem ■

VOĆNA SERENADA

Zaista, ne osećaju samo ljudi efekte muzike. Krave koje slušaju muziku proizvode više mleka, dnevne porcije muzike trkačke konje čini bržim. Počevši od istraživanja Čarlsa Darvina koji je proučavao uticaj muzike na zeleniš, naučnici širom sveta dokazuju da biljke uz muziku bolje rastu.

Rezultat takvih nedavnih istraživanja je hidroponični kultivacioni sistem opremljen muzikom koja ubrzava rast povrća.

Proizvođači audio opreme iz Tohoku regiona sa severa Japana izučavali su uticaj muzike na rast biljaka u toku četiri godine. Umesto u zemlju biljke su sađene u stiroporska ležišta koja su zalivana hranljivim rastvorima. Do ove tačke sistem se ne razlikuje od klasičnih hidroponičnih kultivacionih metoda. Dva nova magična elementa su muzika i magnetizam.

Tri puta po petnaest minuta dnevno, borenija i krompir koji rastu u zelenim baštama izloženi su uticaju Čajkovskog i Betovena. Ova muzika otvara pore sa površine biljaka i tako biljke bolje upija kiseonik i hranljive sastojke iz vode. Muzika takođe pospešuje fotosintezu.

Drugi, dodatni trik je magnetizam. Hidroponični sistem opremа se magnetima, inače namenjenim audio mikrofonima. Istraživači tvrde da i ovo ubrzava rast biljaka. Primenom ova dva trika, uvećali su prinos sa svojih plantaža za trideset procenata.

Istraživači pominju i mnoge druge prednosti ovog muzičko-vegetacionog sistema. Muzičke zelene kutije, to jest bašte omogućavaju rast biljaka i u hladnim područjima, tokom cele godine i to bez upotrebe hemijskih sredstava. Naknadno lomljenje biljaka sprečavaju potpore čija se visina može prema potrebi podesiti. Određeni proizvodi sa ovih plantaža već se nalaze na tržištu, i kupci za sada izražavaju opšte zadovoljstvo.

U ovom trenutku japanska muzičko-povrtlarska kompanija počinje eksperimente koji će biljkama posredstvom mikrotona koji se nalaze na drvetu priuštiti „Na lepom plavom Dunavu" i druge valcere. Na slici su prikazane jabuke koje će u narednih nekoliko proleća davati plodove u ritmu valcera. Rezultati ovog eksperimenta neće biti uskoro objavljeni, ali već sada je izvesno da budućnost agrikulture leži u muzici. I možda obrnuto, budućnost audio-tehnologije u voću i povrću ■

NOVI OBJEKTI U CENTRU GALAKSIJE

Vesti o novootkrivenim objektima u centru galaksije obično stižu iz radio ili infracrvena oblasti istraživanja. Utoliko više je iznenadio izveštaj južnoevropske opservatorije koji su poslali *Mihael Roza* i *Andrea Moneti*. Uz pomoć normalnog CCD-a za optičku spektralnu oblast identifikovali su objekat koji se nalazi samo 0,3" pored radio izvora Sagitarius-A i koji se često identifikuje sa centrom Mlečnog puta.

Da bi uopšte postojala šansa da se probiju debele mase pra-

šine koje apsorbuju svetlost ispred galaktičkog centra, posmatranje je izvršeno na efektivnoj talasnoj dužini od $\lambda=1$ µm koja se nalazi na granici posmatranja sa normalnim CCD-om. Uz pomoć NTT teleskopa ESO organizacije, napravljeno je pet fotografija, koje su sve zajedno osvetljene 200 minuta. Suma ovih fotografija vidi se na SLICI 1. Za dva najveća i najsvetlija objekta se zna da su to zvezde koje zbog projekcije izgledaju kao da se nalaze u galaktičkom centru, ali u stvarnosti nemaju nikakve veze sa njim. Na žalost, jugozapadni objekat se nalazi tačno ispred galaktičkog centra, tako da onemogućava direktnu analizu.

Snimak je tako dobrog kvaliteta, da se uz pomoć kompjuterske obrade mogla dobiti još jasnija i detaljnija slika. Umesto razmaka od 1" na orginalnoj slici, dobijen je razmak od 0,4". Prvi put su izvori, koji su do tada bili vidljivi samo u infracrvenom području, mogli da budu identifikovani i u optičkom predelu. Već pomenuta jugozapadna zvezda je na kompjuterski obrađenoj slici bila pomalo izdužena, što znači da je reč o smetnjama drugih, slabih izvora. Da bi se oni mogli bolje istražiti, bilo je potrebno da se ukloni slika ove zvezde sa fotografije, a to je učinjeno tako što je određeno gradulsana slika druge zvezde poništena. Rezultat se vidi na SLICI 2. Sasvim u blizini Sagitariusa—A koji je markiran krstićem nalaze se dva slaba izvora koja su obeležena sa GZ—A i GZ—B i samo su 0,3" i 0,5" udaljeni od Sagitariusa—A. GZ—B zapadni izvor je verovatno identičan sa infracrvenim izvorom IRS—16, dok se pored GZ—A ne nalazi nikakav izvor u blizini. Fotografije koje su napravljene u daljim ispitivanjima potvrdile su ova otkrića.

Pošto se GZ—A i GZ—B nalaze u centru Mlečnog puta, razumljivo je da su od izuzetne važnosti. Posebno plave boje GZ—A izvore koja nije identifikovana na talasnoj dužini od 1 µm, već na 2,2 µm, što znači da se verovatno radi o posebno vrućem objektu snažnog sjaja. GZ—A nudi mogućnost direktnog posmatranja energetskog izvora u centru galakskije. Dalje istraživanja GZ—A su izuzetno komplikovana. Pošto je izvor slab a smetnje u atmosferi su isuviše jake, samo pod najboljim uslovima i uz velike teškoće je moguće napraviti spektar ili dobiti polarimetrijske podatke. Takođe je i tačno određivanje položaja, relativno prema Sagitariusu—A i poređenje sa merenjima iz infracrvene ili radio oblasti veoma teško, jer se pozicije moraju odrediti sa tačnošću od nekoliko stotih delova uglovne sekunde. Globalni astrometrijski koordinatni sistemi koji se koriste u različitim oblastima talasnih dužina, ne poklapaju se dovoljno tačno, tako da je pozicija radio izvora Sagitariusa—A, relativno ka infracrvenim ili optičkim izvorima poznata samo sa tačnošću od nešto manje od jedne uglovne sekunde. Ako se umesto toga pozicije samo lokalno uporede (što znači sa mnogo većom tačnošću), za to je potrebno otkriti nekoliko objekata istovremeno na više talasnih dužina. U okolini galaktičkog centra poznata su samo dva ovakva izvora koja mogu da se koriste kao dodatak optičkih i infracrvenih podataka na radio merenja. Otežavajuća okolnost je i to da izvori zbog različite strukture u pojedinim oblastima talasnih dužina mogu da simuliraju pomak. ■

PREVIŠE SOLI U PIRINČU

Već su potrebne ogromne količine hrane da se 'svet nahrani'. Stanovništvo se u mnogim zemljama nezadrživo umnožava, i ta je činjenica, zajedno sa 'efektom staklene bašte' dovela do ekstenzivnih istraživanja u oblasti uzgajanja pirinča koji je osnovna hrana za najveći deo sveta.

U Međunarodnom institutu za pirinač radi se na kultivaciji sorti pirinča koje će moći da tolerišu izvesnu količinu soli u vodi. To bi ne samo povećalo prinosa u oblastima gde se pirinač već gaji, nego bi takođe omogućilo njegovo gajenja na mestima koja su do sada smatrana nepogodnim.

Pirinač se uglavnom gaji kao poluvodena biljka, kojoj se koren nalazi u vodi. Mladice se gaje u lejama, i kada dovoljno porastu, posle par nedelja, ručno se presaduju u polje koja su ograđene zemljanim nasipima kako bi se u njima zadržavala voda. Odgajivači kanalima dovode vodu u polja tako da površina zemlje uvek bude potopljena, ali ta irigaciona voda može sadržati soli, rastvorene u podzemnim vodama ili u morskoj vodi, ukoliko je polje u blizini obale.

Samo oko dve procenta vode na Zemlji je čisto, a slanitet voda ne utiče samo na pirinač već i na većinu suvozemnih biljaka. Sa demografskom eksplozijom i mogućnošću podizanja morskog nivoa zbog globalnog otopljavanje postalo je veoma važno tačno poznavanje tih efekata i načina na koje se tolerancija soli može 'ugraditi' u biljke. ■

Izlog knjige

SKRIVENO LICE VREMENA

„Skriveno lice vremena, Mišel Ilen *(Michel Hulin)*, Naprijed, Zagreb, (biblioteka „Religija i mistika").“

Suočeni smo sa dve izvesnosti suprotnog smisla. Životi ljudski otiču prema smrti kao što reke idu prema moru. Čovekove smrtnost je poput kosine, nagiba. Bez te neme i stalne delatnosti ona se raspade u inerciji i neizvesnom. Ali ipak, sve ukazuje na to da naš susret sa smrću neizbežno poprima obličje jednog promašenog susreta, živi — dolazimo prerano, mrtvi — ostavili smo ga već iza sebe. S jedne strane, ja ne mogu „umrijeti" u smislu nekog čina prelaza koji će me prebaciti iz stanja živog bića u stanje mrtvoga. S druge strane, ja se ne mogu razumeti samo idući prema svom kraju. Moramo držati oba kraja tog lanca da bismo mogli misliti o sebi kao o umirućim besmrtnicima.“

Radoznali čitalac koji uroni u štivo o kojem sada govorimo, naći će se pred večno intrigirajućom temom koje od kad je sveta, veka i ljudskog straha zaokuplja svest svakog čoveka: kroz nauku, umetnost, religiju ili kroz prosto, nemoćno razmišljanje. Ovo je knjiga o smrti, ali životnije je od mnoštva onih koje smrt među svojim koricama uopšte ne pominju. Prvi deo knjige posvećen je iskustvu ne-smrti, njenom mogućem filozofskom statusu, graničnim situacijama koje pospešuju njegovo ostvarenje i literarnim pristupima koji ga tretiraju na svoj način. Prošavši pomenuta autorova razmatranja, nestrpljivi čitalac naći će se pred uzbudljivim, misterioznim poglavljem „Susret sa smrću". To su redovi koji bude ona uznemirujuća razmišljanja: šta li čovek zapravo oseća dok umire? Da li vidi, čuje i oseća i posle telesne smrti? Kako izgleda taj trenutak kada prestajemo da budemo živi? Naravno, kao i u mnogim knjigama ove vrste, pretpostavke su potkrepljena svedočanstvima reanimiranih osoba. Činjenica je, pak, da sami sebi nikada ne možemo da predstavimo sopstvenu smrt, da u nju istinski i ne verujemo, što i sam pisac pokušava da nam poruči, zauzdavajući svoje ambicije u raspravi o ovom apstraktnom pojmu — na nivou dokumenata, istorijskih pričice i bogatih književnih ilustracije.

Drugi deo knjige („Bliska onostranost") vodi nas put tajanstvenih svetova mogućih drugih života, prema beznadežno nejasnim granicama, a kroz priče o istorijama velikih civilizacija, pre svega se baveći njihovim religijama i shvatanjem zagrobnog života. Desetak stranica provodićemo u šamanskom svetu, putujući kroz za nas neshvatljive prizore središnje Azije, Sibira i Severnoameričkog kontinenta. Zatim ćemo stići do Afrike, kulta predaka i ponovnog rađanja, uz duhovit citat jedne pigmejske poslovice: „Umreti, to je kao reći svom ocu: evo me." Došli smo i do Drevne Mesopotamije u kojoj vlada onostranost bez povratka i u kojoj su „svi pali u odsutnost čvrstu" (Valeri, „Morsko groblje").

Poetične istoriojljupce najviše će poneti poglavlje o faraonskom Egiptu, mumijama, grobnicama, pogrebnom nameštaju i piramidama, o suncem obasjanoj noći pored Nila, rađanju pakla i smrti kao degradiranom životu. U predislamskom Iranu „ljudi spavaju, sa smrću oni se bude". U poglavlju o Izraelu naći ćete uspešno sažetu verziju Starog zaveta, rabinski judaizam i nedokučivu tminu što obavija život. Saznaćete i šta sve Kuran propoveda o iskušenjima u grobu, te kako islamski svet tretira uskrsnuće, raj i pakao; obnovićete svoje čitanje Biblije i znanja o Svetom Avgustinu i Svetom Tomi, čistilištu i hrišćanskom shvatanju onostranosti, a na kraju knjige čeka vas pravo ushićenje: predivnih pedesetak stranica o Indiji i selidbi duša, ponovnom rađanju i sudbini.

Kakav zaključak možemo dati na kraju o „Skrivenom licu vremena"? Možda se može izreći sadržajem jednog natpisa nađenog u kipu hrama u Karnaku (XXII dinastija), a koji glasi: „Kratki trenutak u kojem do tebe dopire sunčani zrak vredi više od večnosti u kojoj vladaš nad carstvom mrtvih". ■

□ *Katarina Jovanović*



Fizika elementarnih čestica

ZAMKA ZA ELEKTRON

DEMELT

Šta bi nam o zakonima univerzuma mogla reći jedna elementarna čestica koju držimo u kavezu kao kućnog ljubimca? Više od četrdeset godina time je opsednut fizičar Hans Demelt, dobitnik Nobelove nagrade za fiziku 1989. godine.

To što „Discover" Hansa Demelta, fizičara, poredi sa Mobi Dikom, velikim kitom, skoro je savršena metafora. Obratite pažnju na fotografiju: čelično plave prodorne oči, te lice koje krase vanvremenski ovnujski zalisci, takozvani „bakanbardi", neodoljivo mame na najrazličitije asocijacije. Da li je Hans Demelt u stvari pomorski kapetan iz prošlog veka? Autentični tai-pan što plovi jedrenjakom punim srebra put Hong-Konga? Legendarni zavodnik dama? Opasan tip?

Životni lov Hansa Demelta, nema spora, mitskih je razmera. Njegova životna opsesija, da pronađe i uhvati lukavu i neuhvatljivu zver, savršeno je kompatibilna sa strašću kapetana Ahaba iz Mobi Dika. Jedino, što njegova potera, za razliku od ogromnog belog kita, za predmet ima nešto fantastično sićušno. Elektron!

Na sreću po 68-godišnjeg fizičara, njegova priča je sa manje tragičnim ishodom od Ahabove. Godine 1973, posle potrage koja se protezala preko dva kontinenta i tokom turbulentnih četvrt veka, Demelt je uhvatio u zamku svoj prvi elektron, na Vašingtonovom univerzitetu u Sijetlu. Od tada je izolovao hiljade individualnih elektrona. Otkrio je kako da ih održava mesecima unutar zapremine razmera nekoliko hiljaditih delova santimetra, sve vreme izmamljujući od njih tajne koje se nisu mogle dokučiti ni uz pomoć 50 km dugih razbijača atoma. Proširio je takođe svoju zamku i na pozitron, pozitivno naelektrisano „drugo ja" elektrona sa svojstvima antimaterije. I kao veliki lovci pre njega, uspostavio je lični odnos sa svojim plenom. Godine 1984 toliko mu se dopao jedan od njegovih pozitrona, da mu je dao ime — Priscila.

Mikroskopski karneval

Demeltov mikroskopski karneval teško je mogao proći nezapaženo — doneo mu je udeo u Nobelovoj nagradi za fiziku 1989. Međutim, nije zaboravio kako je njegovo traganje svojevremeno bilo dočekano, dogodilo se sve drugo sem priznanja. Prema rečima jednog bliskog saradnika, jedan od prvih komentara nakon što je saznao za nagradu bio je: „Možda me sada više neće zvati ludakom".

Ako čovek može biti opsednut nečim, a fizičar je, teško da bi se mogao baviti nečim gorim od elektrona! Međutim, Demeltova fascinirenost tom iščezavajuće malom mrljicom stavlja ga u dobro društvo. Nekoliko njegovih objavljenih radova počinju ovim navođenjem Ajnštajna: „Bilo bi dovoljno da se zaista razume elektron." Voli i da započinje govore sa istim navodom. „To je samo-promocija," priznaje.

Takođe voli da citira Fausta: „Kakav je vaš nemački?" pita, zastajući samo toliko da omogući puni utisak njegovog razočaranog pogleda na vas — pogleda sa kojim se vrlo ubrzo upoznaju njegovi posetioci i studenti. „U redu, prevešću za vas, ali to zvuči bolje na nemačkom: ,Da mogu saznati najskriveniju silu koja vezuje svet i upravlja njegovom sudbinom.' Sada je to program za fiziku elementarnih čestica."

Kako uhvatiti elektron? Demelt to čini putem vešto oblikovanih magnetskih i električnih polja koja uspevaju da drže česticu podalje od zidova cilindra bez obzira koliko se on uvija i okreće. Zašto hvatati elektron u zamku? To je razumno pitanje, takođe. Elektron ima samo četiri poznate karakteristike: masu, naboj, spin i magnetizam. Dve od njih — masa i opterećenje — već su izmerena sa znatnom tačnosti davno pre nego je Demelt započeo sa svojim poduhvatom.

Međutim, sasvim je druga priča sa spinom i magnetizmom elektrona. Ne samo da su ova svojstva bila teška za merenje, već u vreme kada je Demelt bio student, tokom četrdesetih, ona su bila nedostajući detalji u ključnoj slagalici. Bez ovih merenja fizičari nisu bili u stanju da potvrde novu teoriju nazvanu Kvantna elektrodinamika, vrhunsko dostignuće fizike dvadesetog veka koja je ukombinovalo Ajnštajnovu specijalnu teoriju relativnosti i kvantnu mehaniku. Kvantna elektrodinamika je ponudila kompletan opis svega što bi se moglo dogoditi između naelektrisanih čestica, a takođe i opis svih mogućih interakcije između materije i svetla. Ali sve dok se eksperimentalno ne verifikuju teorijska pretpostavke za spin i magnetizam elektrona, fizičari nisu mogli biti sigurni u njihovu korektnost.

G-faktor

Može izgledati čudno da se govori o „spinu" nečega definisanog kao nejasni delić električnog opterećenja bez definitivnog oblika ili veličine, posle svega, tu nema ništa što bi se moglo vrteti u uobičajenom smislu reči. Međutim, bez obzira na sve, fizičari ga koriste zbog sposobnosti elektrona da smesti energiju unutar sebe analogno načinu na koji to čini čigra. Protežući ovu analogiju malo dalje, dolazimo do magnetizma elektrona. Kao što električne struje koje kruže u zemljinom jezgru daju našoj planeti magnetsko polje, tako bi elektron sa masom, električnim opterećenjem i spinom trebalo da bude mali magnet sa polovima. U stvari, elektroni se zaista orijentišu u skladu sa dejstvom spoljašnjeg magnetskog polja tako su snabdevani određenom količinom energije, elektroni teže da je absorbuju i orijentišu se u suprotnom smeru. Tačna količina energije potrebna da uzrokuje takav „obrt" može se izračunati iz proste formule, ako znate nešto što se zove g-faktor. G-faktor čestice je njen žiromagnetski koeficijent, broj koji vam kaže koliki će biti intenzitet generisanog manetskog polja za datu vrednost spina, opterećenja i mase. G-faktor se može izračunati teorijski na osnovu principa kvantne mehanike. Prvi čovek koji je to za elektron uradio bio je Pol Dirak, godine 1928. on je objavio da je g-faktor elektrona tačno dva. Drugi način da se dobije g-faktor je eksperimentalno određivanje iznosa energije koji uzrokuje promenu orijentacije spina elektrona, odakle se može izvesti g-faktor. Naravno, uvek je lepo kada se teorijski rezultati slažu sa eksperimentalnim.

Tokom tridesetih godina grubi eksperimenti su indirektno potvrdili Dirakovu vrednost dva za g-faktor elektrona, do tačnosti od nekoliko decimalnih mesta. Merenja su bila indirektna jer su elektroni bili vezani u atomima, eksperimentatori su posmatrali apsorpciju i odavanje energije atoma u celini u okolnostima u kojima su njihovi elektroni bili podvignuti promeni orijentacije spina. Neposredno posmatranje promene orijentacije spina slobodnih elektrona trebalo bi da da tačnije rezultate, ali napori da se to postigne bili su bez uspeha. Elektroni jednostavno nisu hteli da sarađuju. Kod elektrona združenih tokom eksperimenata u mlazove, što je bio najlakši način rada, suptilni efekti spina i magnetizma su bili preplavljeni mećavom uzajamnog odbijanja i jakim električnim interakcijama sa svim drugim naelektrisanim česticama koje bi se našle u sistemu.

Sa pojavom kvantne elektrodinamike tokom četrdesetih, nove jednačine zahtevale su reviziju Dirakovog broja za g-faktor elektrona, mada ne značajno — novo predviđanje bilo je 2.002, desetinu procenta veće. Ali ova razlika bila je dovoljna da ponudi kritičnu mogućnost potvrde teorije, ako bi postojao način tačnog merenja g-faktora elektrona.

Opsednut elektronom

Tih godina je Demelt, kao student, prvi put postao opsednut elektronom. Tokom narednih deset godina postao je ubeđen da bi se još uvek neuhvatljiv g-faktor elektrona mogao odrediti posmatranjem promene putanje slobodnih elektrona pri promeni orijentacije spina. Njegova ubeđenost je u to vreme bila izuzetna, kada se uzme u obzir koliko je teoretičara tvrdilo da je to merenje nemoguće. Ali, kako to Demelt neumorno ističe, teoretičari imaju neprijatnu naviku da daju duboko uverljive izjave za koje se kasnije ispostvi da su pogrešna.

Bilo mu je potrebno, u najmanju ruku, delikatno merenje. Potrebna energija za uzrokovanje promene orijentacije spina je smešno mala u poređenju sa familijarnim jedinicama kao što su Njutn-metar ili konjska snaga. Smešna je i u poređenju sa snagom mrava, krećući se umerenom brzinom mrav ima energije dovoljno da izazove obrt orijentacije spina trilion triliona elektrona. Za jedan obrt spina potrebno je 1/10**23 kalorije. I tako, zajednica fizičara smatrala je da nema razloga ohrabrivanju Demelta. „Bar su mi dva Nobelovca i pristojan broj drugih teoretičara velikog kalibra rekli da moja ideja neće raditi," kaže on. Ali ceo životni vek petljanja sa elektronskim uređajima dao mu je potrebno pouzdanje da otpočne svoju potragu.

Još kao dete u Nemačkoj, Demelta je zahvatila strast prema radio aparatima, uživao je u njihovoj svetlucavoj unutrešnjosti isprepletenoj žicama. Tu opčinjenost nikada nije prerastao: godinama kasnije njegove najranije zamke za elektrone biće, u izvesnom smislu, modifikovane radio lampe. Demeltov interes za elektroniku odveo ga je do koncentrisanja na fiziku, na univerzitetu, ali baš kada je trebalo da započne studije, zahvatio ga je drugi svetski rat. Proveo je većinu rata kao redov stacioniran u Rusiji i Nemačkoj u sastavu protivavionskih i minobacačkih jedinica dok ga nisu uhvatili Amerikanci u bici za Bulž u Francuskoj.

Magični dodir

Po povratku iz zarobljeništva nastavio je studije u Nemačkoj na prestižnom Getingenškom univerzitetu. „Stigao sam samo u odeći na sebi i radnim kapitalom od jednog paketića Bull Durham duvana," kaže on. Izdržavao se kupovinom polomljenih radio aparata, popravkom i prodavanjem. Demeltov susret sa sudbinom dogodio se u Getingenu u obliku tačke nacrtane kredom na tabli. „Jedan profesor nacrtao je tačku na tabli i rekao: ,Ovde je elektron', seća se Demelt. „Teoretičari su rekli da se elektron ne može lokalizovati, ali ta tačka kredom nacrtana na tabli navodila je na pomisao da može. Mislio sam da bi vredelo tu stvar eksperimentalno osmotriti. Od tada na dalje nikada više nisam zaboravio moj elektron."

Bilo je u svemu tome mnogo zaobilaznih puteva. Posebno iz jednog razloga, Demeltovi profesori u situaciji malih budžeta uskoro su otkrili njegov magični dodir u susretu sa svime što liči na elektroniku. „Moj mentor me je odveo u veliku prostoriju ispunjenu neispravnom i polomljenom opremom," kaže on. „Kada sam nejasno prepoznao jedan uređaj kao stari maseni spektrometar, rekao je: ,Vrlo dobro, sada ga nateraj da radi'." Demelt je uspeo i potom je krenuo sa serijom ingenioznih eksperimenata koji možda nikada ne bi bili ostvareni da nije bilo nedostataka sredstava.

„Želeli smo da radimo na nuklearnoj magnetskoj rezonanciji, ali nismo imali dobar magnet" — seća se on. To je bilo obeshrabrujuće, jer nam je cilj bio da prinudimo relativno troma atomska jezgra unutar čvistih materijala da se poravnaju pod dejstvom snažnog magnetskog polja. „Moj profesor mi je rekao da nađem način kako da to uredim bez magneta" — kaže Delmet. „Koje drugo svojstvo pored magnetizma ima jezgro? Pa, nije okruglo."

Ako jezgro nije perfektno okruglo, tada je njegovo električno opterećenje koncentrisano više na jednoj strani nego na drugoj. Na taj način, umesto da dejstvom magnetskog polja „štipa" jezgra, Demelt je odlučio da ih dejstvom električnog polja rotira. „Mi smo to uspeli", kaže Demelt, „i bili smo u tome prvi. Pretekli smo takođe i Harvard. To nije bilo loše."

Taj uspeh doneo je Demeltu poziv za postdoktorske studije na Djuk univerzitetu — ponudu koju je on hitro prihvatio, imajući u vidu sve okolnosti tog vremena u ratom razorenoj Nemačkoj. „Korejski rat se zakuvavao i Rusi su nam disali u potiljak" — kaže on. „U meni se stvorila snažna želja da odem." Nastavio je sa radom na magnetskoj rezonanciji na Djuku sve do 1955, kada je postao profesor univerziteta u Vašingtonu.

„Sada sam bio samostalan i mogao sam da radim ono što mi se dopada," kaže Demelt, „i znao sam da je došlo vreme za moju ideju o elektronu — pod uslovom da se može sastaviti odgovarajuća oprema. Na kraju krajeva, čovek mora prevesti svoje nade i ambicije u nešto izvodljivo ograničenim sredstvima, što je bilo nešto kao dve hiljade dolara. Međutim, imao sam ogromnu volju da sve što je bilo potrebno uredim sam."

Demelt se konačno našao na tragu detektovanja promene orijentacije spina elektrona. Počeo je sa usredsređivanjem svojih napora na izlovanja i hvatanja čestica, smatrajući da što duže ih zadrži na jednom mestu, imaće duže vreme za svoje eksperimente. Prvo je zarobio ograničenu količinu svog plena u oblaku pozitivno opterećenog gasa i posmatrao njihove promene spina i mase. Međutim, pozitivno naelektrisan gas ispoljavao je snažno privlačenje slobodnih elektrona i nije dopuštao dobijanje jasne slike o promenama orijentacije spina. Potom je odlučio da se oslobodi gasa i pokuša sa zadržavanjem elektrona u vakuumu. To je narvno nametnulo drugi problem, naelektrisan gas je zadržavao elektrone u mestu. Kako da ih zadrži u vakuumu?

Peningova zamka

Demelt je ispitao nekoliko pristupa pre nego što je 1959. godine pokušao sa onim što je postalo poznato kao Peningova zamka, uređaj zasnovan na elektronskoj komponenti nazvanoj Peningova cev. Njegova prva verzija sastojala se od vakuumske cevi sa metalnim kapama na vrhu i dnu. Da postavi „rešetke" oko svog kaveza, Demelt je smestio zamku u magnetno polje orijentisano duž cevi. Elektroni su uskakali u cev sa vrha zagrejane žice unesene kroz otvor na jednom od metalnih zatvarača. Ovi elektroni su se kretali brzinom ravnoj stotom delu brzine svetlosti i Demeltov zadatak je bio da ograniči to kretanje. Vertikalno magnetno polje sprečavalo je elektrone da horizontalno udare u zidove zamke jer naelektrisana čestica pri pokušaju kretanja upravno na pravac magnetskog polja uvek biva skrenuta u stranu, pod pravim uglom u odnosu na polje i sopstveni pravac kretanja. Ako je magnetno polje dovoljno jako, ono skreća elektorne u stranu toliko snažno da se oni nađu u horizontalnim orbitama malog prečnika.

Tokom kretanja u ovim orbitama elektroni su se takođe kretali i vertikalno. Međutim, negativno naelektrisanje zatvarača na krajevima cevi lako ih je sprečavalo da izađu napolje. Elektron koji bi se kretao na dole bio bi odbijen istoimenim naelektrisanjem donjeg zatvarača čime bi bio prinuđen na kretanje ka gornjem zatvaraču, gde bi ponovo doživeo odbijanje i tako redom. I tako su bespomoćni elektroni išli gore dole između krajeve

Elektroni prolaze kroz mehuraste komore u nanosekundama i astavljaju spiralne tragave. U Demeltovim zamkama ostaju mesecima

cilindre krećući se istovremeno kružno oko ose cilindra što je rezultovalo u zavojitom kretanju.

Neuhvatljivi spin

Pored kretanja ovakvom trajektorijom, elektroni su takođe doživljavali promenu orijentacije spine- i te promene je Damelt žateo da izmeri. „Bilo je to veoma teško", kaže on. „Kako da išta otkrijete o spinu?" Jedina promena koja je rezultat promene orijentacije spina je vaoma mali dobitak ili gubitak energije elektrone. Bilo je nejasno kako učiniti da se tako mala energija pokaže u mahnitom kretanju unutar kaveza. Demelt i njegovi saradnici proveli su mnogo vremena u eksperimentima na osnovu desetinama raznih ideje tokom ranih šezdesetih.

Teorijski je postojao jedan aspekt kretanja elektrone koji je bilo moguće detektovati njihovo oscilatorno kretanje duž cilindra. Konačno 1966 Demelt je došao do šeme kako da to uradi. Shvatio je da ako poveže zatvarače na krajevima cilindra provodnikom, uhvaćeni elektroni će kompletirati električno kolo, na kraju krajeve, električna struja, bilo da se krece kroz toster ili kroz Peningovu zamku, nije ništa drugo do kretanje elektrona. Zaista, elektroni u svom skakutanju gore dole u zamki indukovali su tok naizmenične struje u celom kolu, potiskivali su elektrone u donjem zatvaraču prilikom svog približavanje a potom su se okretali i potiskivali elektrone u suprotnom pravcu kroz kolo prilikom približavenje gornjem zatvareču cevi. Tu je važilo i obrnuto: naizmenična pobuda spoljašnjim izvorom u kolu mogla je da poveća brzinu kretanja elektrona u cevi.

Na taj način, spoljašnjim dodavanjem električne energije sistemu — u formi fluktuirajućeg napona primenjenog na jedan od zatvarača cevi — Demelt je nametnuo intenzivnije podužno oscilatorno kretanje elektrona uhvaćenih u zamku. U isto vreme merenjem dodatne struje koju su ti elektroni indukovali u drugom zatvaraču, Demelt i njegov mali tim mogli su da posmatraju taj dodatni tok energije kroz zamku.

Naučnici mafiozi

Na nesreću, ovo samo po sebi nije rešilo ni jedan od problema. Oscilatorno kretanje je bilo potpuno nezavisno od bilo čega drugog što se elektronima događalo, uključujući promene orijentacije spina. Tokom kraja šezdesetih Demelt je istraživao načine kojima bi nekako postigao da promena orijentacije spine utiču na sveukupno oscilatorno kretanje, ali sve je bilo bezuspešno. Ove teškoće suprotstavljene njegovoj skoro fanatičnoj odlučnosti da uspe, izgleda da su izvukle na površinu tamnu stranu Demeltove ličnosti.

„Stvari nisu išle dobro, i njegova napetost je postala očigledna", priseća se Robert Van Daik, jedan iz prvobitne Demeltove mafije, kako je grupa sebe nazivala, a danas profesor na Vašingtonskom univerzitetu. „Jednostavno nismo znali šta nas to sprečava da dobijemo rezultate istraživanja na kojima smo radili." Priče drugih članova grupe govore o tome kako ih je nazivao glupanima, između ostalog, često pred ostalim studentima i profesorima.

„On je došao iz sredine gde je bilo normalno da se ljudi ispod vas kinje — sa naglaskom na onom „ispod", kaže Filip Ekstrom, još jedan bivši mafiozo i sada vodeći naučnik u Northwest Marine Technology blizu Sijetla. Demelt je takođe držao svoje post-doktorante u stvarnoj potčinjenosti, kako neki kažu, odbijajući zaslužene povišice i odbijajući da napiše reference potrebne za dobijanje statusa profesora na drugim školama, pri čemu ih je zatrpavao poslom. Međutim, ako je Demelt tvrdo postupao sa svojom grupom, ništa blaže nije zahtevao ni od sebe.

„On nije gomilao časove provedene u laboratoriji", kaže Van Daik, „ali je očigledno ulagao sve moguće napore. Znali smo da je tako, jer bi nas u tri ujutro zvao telefonom u vezi neke nove ideje koju je želeo da isprobamo."

Pored toga, kaže Ekstrom, Demeltova uvredljivost bila je samo drugo lice istog porive koji ga je učinio tako uspešnim eksperimentatorom. „Mnogi ljudi imaju vizije, ali oni koji te vizije nisu u stanju da disciplinuju postaju samo poznate zanesene budale," kaže on. „Imao je cilj i usmerenje i bio je odlučan da ga sledi."

Uprkos Demeltovoj odlučnosti, ili možda delom upravo zbog nje, moral grupe je opao opasno nisko. Ključni ljudi su napuštali projekt. „Bio je to sindrom pacova koji napuštaju brod koji tone," kaže Van Daik.

Mafiji je bila potrebna velika pobeda, i Demelt je mislio da zna kako je ostvariti. „Tako je došlo vreme da se digne velika buka," kaže on. „Došlo je vreme da se ide na jedan jedini elektron."

Mafija je smislila šemu redukcije populacije zarobljenih elektrona na jedan. Sa većim primenjenim naponom u kolu Peningove zamke, veća je bila amplituda kretanja duž ose. Ako bi primenjen napon bio dovoljno visok, elektroni bi savladali odbijajući efekat naelektrisanih metalnih zatvarača i udarili u njih, na taj način napuštajući zamku. Postavljanjem napona upravo na nivo praga, bila je to nada grupe, mogli su postići da elektroni udaraju jedan po jedan. Svaki udar bi se pokazao kao stepenasti pad struje. Posle nekoliko minuta struja bi konačno iščezla, pokazujući da su svi elektroni udarili u zatvarače. Smanjivanjem napona ispod nivoa udara upravo kada bi struja dostigla svoju najnižu stepenicu pre iščezavanja, grupa je mislila da će tako zadržati poslednji elektron u zamci.

Elektron veselo skakuće

Jednog dana 1973, niko se ne seća tačno kada, mafija je imala svoj prvi usamljeni

elektron koji je veselo skakutao u cilindru. „To je bio pravi proboj", kaže Van Daik. „Kada smo jednom uspostavili to podešavanje, sve drugo je postalo mnogo lakše." Grupa je otkrila da je moguće zadržati elektron na svojoj putanji u cilindru neodređeno dugo, sve dok ga nekim spoljašnjim poremećajem ne bi naveli da udari u metalni zatvarač."

U međuvremenu Demelt je došao do novog koncepta kojim je povezao oscilatorno kretanje elektrona sa promenom orijentacije spina. Sve do tog momenta grupa je podvrgavala elektrone pravolinijskom magnetnom polju. Međutim, dodavanje gvozdenog prstena oko oboda zamke unelo bi izobličenje u polja, savijajući ga u maloj meri slično luku strelca. Perfektno vertikalno polje uticalo je samo na horizontalno kretanje elektrona. Ali ovo lučno polje imalo je takođe u izvesnoj meri efekat na kretanje duž ose cevi — bilo da ga usporava ili ubrzava — zavisno od orijentacije magnetnih polova elektrona. Drugim rečima, ako je Demelt bio u pravu, svaki put kada bi elektron promenio orijentaciju svog spina, to bi promenilo oscilatorno kretanje koje se registrovalo kao struja u kolu.

Dve godine grozničavog rada bilo je potrebno grupi da učini da ta šema proradi, gradeći sve preciznije zamke. Takođe su stavili zamku u polje superprovodnog magneta. Pošto je superprovodni magnet morao biti uronjen u kupatilo sa tečnim helijumom da bi se ohladio do 7 stepeni iznad apsolutne nule, čitava zamka je takođe hlađena, što je usporilo elektron do 100 milijardi orbita u sekundi i pomoglo u smanjenju termalnih fluktuacija koje su mogle uticati na trajektoriju.

I dalje se ništa nije događalo. I sve vreme je Demelt održavao nesmanjeni pritisak, stalno sugerišući nove i nove modifikacije. Tada, 1976. godine, upravo kada se Van Daik pripremao da otpočne novu seriju eksperimenata, Demelt je ušao u laboratoriju da bi sugerisao još jedno proširenje eksperimenta. „Demelt je navraćao u laboratoriju jedino kada bi imao nešto drugo za nas da isprobamo", seća se Van Daik, „mada smo tih dana osećali da smo toliko blizu da je najbolja stvar koja se mogla učiniti bila — da ga jednostavno ignorišemo." Van Daik je još jednom, tog časa, pokušao da prečuje Demeltovu sugestiju, „ali obzirom da je on bio tu i sve je bilo spremno, mi smo to isprobali, i prvi put smo posmatrali promenu orijentacije spina na pisaču. Te noći smo imali prvu zaista zanimljivu proslavu."

Da bi dobila g-faktor elektrona, grupa je morala odrediti nivo primenjene energije koji uzrokuje promenu orijentacije spina elektrona. Eksperimentalna oprema je bila za to već spremna: fluktuirajući napon koji su saopštavali kolu je već dodavao energiju, tako da je sve što je grupa morala da uradi bilo variranje frekvencije fluktuacije bila promena učestanosti fluktuacije sve dok detektor struje ne bi počeo sa registrovanjem postojanog toka promene orijentacije spina. Potom je grupa jednostavno odradila energiju pridruženu toj srećnoj učestanosti. Skoro neposredno nakon toga, Demelt i družina su bili u stanju da dođu do g-faktora deset puta preciznijeg od najboljih prethodnih rezultata.

Od tada, Demelt i njegovi asistenti dodali su vrtoglavo mnoštvo poboljšanja osnovnoj tehnici, uključujući snažnije magnete, bolje detektore struje i jače vakuume. Proširili su svoja merenja i na anti-elektron, ili pozitron, sa jednako zadovoljavajućim rezultatima. Pozitron po imenu Priscilla je bio prvi kod koga je potvrđena kalkulacija promene orijentacije spina za antimateriju. Rezultat ukupnog njegovog rada — pored Nobelove nagrade — je g-faktor danas poznat do 12 decimalnih mesta, ili 1000 puta bolje nego kada je grupa videla svoju prvu promenu orijentacije spina. To je zauzvrat potvrdilo pretpostavke kvantne elektrodinamike, verovatno najpreciznije potvrde pretpostavki koja je postignuta kod jedne teorije.

Nakon što je konačno smestio elektron tamo gde je želeo, Demelt nije stao. Proteklih 13 godina on i teoretičar sa Kornela, Toičiro Kinošita, bave se takozvanim „dvojnim g-faktorima" eksperimentalni i teorijski rezultati se uzajamno preklapaju. „Moji rezultati su se većinom, ali ne sasvim, poklapali sa Demeltovim," kaže Kinošita. „Čekam na mnogo bolji kompjuter."

U Stokholm po nagradu

U međuvremenu, po svim znacima, Demelt je postao — blaži. „Čuo sam da je bio zaista nezgodan i tvrd," kaže Nan Ju, poslednji post doktorant koji radi sa Demeltom. „Bio sam veoma uposlen, ali to nije tako loše." Demeltovim odnosima sa maticom nije ništa smetalo kada je on insistirao da ga zajedno sa svojim suprugama — 18-toro ukupno, šest više nego što je normalno dozvoljeno — prate u Stokholm da bi podelili slavu Nobelove nagrade. „Nije to bio samo dobar provod," kaže Ekstrom, „bila je to potvrda vrednosti čitavih naših naučnih karijera."

Sada kada su teške godine odavno prošle, mnogi iz mafije pripisuju zasluge za svoj kasniji uspeh Demeltovom uticaju. „Činjenica da je istrajao sa svojim programom i demonstrirao da je moguće uhvatiti u zamku pojedinačne čestice, dala mi je smelost i da pokušam to sa antiprotonom", kaže Džerald Gabrielse, sada na Harvardu. Gabrielse proučava ulovljene antiprotone da bi odredio imaju li masu identičnu protonu. Pronašao je da su mase jednake do jednog dela u 100 miliona, ali to je prema Demeltovim standardima gruba ekvivalentnost. Čak i razlika svedena na jedan trilioniti deo, kaže Gabrielse, bila bi razorna za teorijsku fiziku. „Morali bi da krenemo od osnova iznova."

Ovih dana, ako postoji bilo koja kontroverza koja okružuje Demelta, ona ne potiče toliko iz stila kojim on vodi laboratoriju, koliko iz njegove nedavne ekskurzije u teoriju. On insistira na pretpostavci da mala razlika između njegove vrednosti g-faktora i vrednosti predviđene kvantnom elektrodinamikom — razlika koja se nalazi na kraju trinaestocifrenog broja — može biti dokaz da je elektron sastavljen od manjih čestica. Ukazuje da su fizičari uobičavali da veruju u beskonačno male dimenzije protona, ali da je danas poznato da je sastavljen od tri kvarka.

Nakon oduzimanja izobličenja g-faktora dobijenog predviđanjem kvantne elektrodinamike, Demeltovi eksperimenti pokazuju izvesno neobjašnjeno odstupanje spina: vrednost 2000000000110 umesto tačno dva. To je vrlo blisko teoriji, ali Demelt kaže da je to promašaj veličine milje. „Ako g-faktor nije tačno dva, tada nije za očekivati da je radijus ravan nuli."

Kosmon-čestica koja je porodila svemir

Ako elektron ima strukturu, premda je da bi bio sastavljen od kvarkova. „Najverovatnije je sastavljen od tri ‚subkvarka', od kojih je svaki teži od samog elektrona", kaže Demelt. On tvrdi da se višak mase subkvarkova konvertuje u ogromnu količinu energije prilikom fuzije subkvarkova da bi se formirao elektron, slično kao u procesu nuklearne fuzije gde se oslobađaju ogromne količine energije. „Ovi subkvarkovi bili bi sastavljeni od tri još teža ‚sub-subkvarka', i tako dalje," nastavlja Demelt. „Gde je svemu tome kraj? Negde to mora prestati, i ja tome dajem ime ‚kosmon,' najteža čestica koja se ikada pojavila, čestica koja je porodila svemir."

Prema Demeltovoj pretpostavci, univerzum je nastao pojavom čestice „kosmoniuma" — kosmona vezanog za identični ali suprotno naelektrisani antikosmon — koja je nastala iz ničega. Kvantna mehanika dopušta spontanu pojavu takvih parova čestica-antičestica, ali takođe zahteva trenutnu anihilaciju para uz oslobađanje ogromne energije. U ovom slučaju, sugeriše Demelt, eksplozija je bila dobro poznati Big Bang.

Niko nije spreman da tvrdi da je ovo pogrešno, u stvari, kako Demelt ističe, ideje slične ovoj prisutne su već godinama. Većina fizičara vidi ove teorije kao bezazlene — i besmislene. „Čak ni Superprovodni Super-sudarač može biti nedovoljan za odgovor na ova pitanja," kaže Kinošita. „Demeltova pretpostavka je upravo zanimljiva. Ona nema nekog neposrednog značaja."

Ali, Demelt ne uzima svoje teoretiziranje preozbiljno, on tvrdi da se samo malo zabavlja provocirajućim senzacionalizmom. „Ovo je najpraskavija izjava koju neko može izvući na osnovu ovog rada", kaže on. „U Americi kultura daje prednost nečuvenom. Ali jednostavno ne želite da zaboravite šta preostaje kada postanete umereniji."

Ono što preostaje nije za potcenjivanje. Pored dobijenja sve tačnijeg i tačnijeg g-faktora, Demelt i njegovi saradnici koriste zamke za čestice u cilju istraživanja ostalih fundamentalnih konstanti. Van Daik, na primer, ispituje zarobljene jone — atome kojima su otrgnuti jedan ili više elektrona — da bi odredio konstantu „fine strukture". Ova konstanta opisuje kako je spin elektrona spregnut sa „orbitirajućim" oko jezgra: zavisno od spina elektron apsorbuje ili emituje male količine energije pri kvantnim skokovima između orbita. Bolje određena konstanta fine strukture je ono što je jako potrebno Kinošiti za poboljšanje preciznosti njegovih kalkulacija u kvantnoj elektrodinamici. To, naravno, vraća Demelta i Kinošitu nazad u njihovu trku sa g-faktorom.

Preteći znaci se javljaju Kinošiti. Demelt i Van Daik su zarobili jon plavog barijuma. Jako im se svideo, čak su mu i ime dali. I za razliku od bleđe Priscille, koja je jednog dana iščezla bez traga, oni imaju kolor fotografije svog malog Astrida.

Jednoga dana, možda, Demelt će se umoriti od dodavanja decimalnih mesta konstantama prirode. Ali, tu se javlja pitanje da li su to zaista konstante, ili se one menjaju sa ekspanzijom univerzuma. Ovo danas takođe zanima Demelta, i jedini novi deo opreme je časovnik bolji od svih do sada izrađenih. Njegova grupa sada radi na šemi koja će upotrebiti njihove oscilirajuće čestice kao ultraprecizne merače vremena. „Mnogo stvari smo natrpali u ovu igru," kaže Van Daik", „i mi još uvek imamo mnoštvo daljih putava. Verovatno ću nastaviti sa ovim još sledećih petnaest godina pre nego se umorim i povučem. I ja znam da će Demelt nastaviti sve dok ne padne." ■

☐ *Priredila Vesna Ćosić*

Energetika

rovine uopšte i istovremeno strategijska sirovina broj jedan

Svetski trendovi u proizvodnji nafte

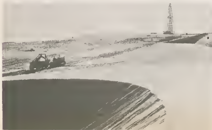
SCENARIO NAFTNOG POMIRENJA

Dr ing Petar Radičević

Suprotno svim očekivanjima u vreme krize i rata u Zalivu proizvodnja sirove nafte je povećana. Niti su cene vrtoglavo rasle, niti je ograničena naftna potrošnja. Na žalost, ovaj trend ne znači i buduću stabilizaciju i nestanak scenarija vojnih i svih drugih pritisaka, udara i političkih manipulacija, u kojima ključnu ulogu igra nafta.

Otkako je motor sa unutrašnjim sagorevanjem ušao u široku upotrebu, nafta je postala „krv civilizacije". Hiljade i hiljade bušotina pojave se svake godine da bi se iz srca zemlje dobile što veće količine ove mrke tečnosti, bez koje se danas ne može bez većeg napora zamisliti sadašnjost i budućnost ovog sveta. Iz godine u godinu, nafta je zauzimala sve značajnije mesto u svetskom energetskom bilansu, u poslednje dve decenije, i pored određenog nespokojstva i nestabilnosti, koje je naročito doneta svetska kriza posle 1973. godine, nafta je i dalje na prvom mestu u strukturi energetskog bilansa sveta. Čak i posle poskupljenja iz 1979. godine, koje su dobro uzdrmala svetsku ekonomiku, u bližoj budućnosti ne možemo očekivati neke suštinske promene u strukturi energetske potrošnje u svetu. Nefte ostaje broj jedan, a za bilo kakvu promenu biće potrebno duže vreme.

Bez nafte nema ni mira ni rata. Nedostatak nafte u mirnodopskim uslovima u zapadnim zemljama izjednačava se se ekonomskom katastrofom. S druge strane, iskustva iz dva svetska rata pokazuju da je deficit u nafti i njenim proizvodima — pre svega, benzinu i uljima — u mnogim slučajevima imao presudan ili, u najmanju ruku, povećan uticaj na konačni ishod na bojnom polju. Zbog toga nisu preterane one ocene po kojima je nafta najznačajnija mineralna sirovine uopšte i istovremeno strategijska sirovina broj jedan



Drevna strategija

Pre 7—8 hiljada godina, kada je prva nafta dobijena iz prirodnih izvora na obalama Eufrata, zatim u blizini Kerča (današnja teritorija Sovjetskog Saveza), u kineskoj provinciji Sečuan, ili u blizini obala Mrtvog mora, te mrka uljana tečnost nije ni u kom slučaju bila uzrok oružanih i političkih sukoba, državnih prevrata i zavera, otvorenih ili dobro maskiranih ucena i špekulacija, sabotaža, pretnji itd. Ne žalost, danas joj je, u „zapaljivoj" i „eksplozivnoj" sferi sukobe, namenjena tekva uloga. Mali su izgledi da će se nešto promeniti nabolje u bližoj budućnosti. Istina, zemlje proizvođači i izvoznici nafte, udružene u organizaciju OPEC, već nekoliko godine se uspešno suprotstavljaju različitim pritiscima eli, u isto vreme i same koriste naftu kao snažno političko oružje. Međutim

Uoči prvog svetskog rata, govoreći o vezi između nafte i politike, tadašnji prvi lord admiraliteta Velike Britanije *Vinston Čerčil* je posebno istakao: *Krajnji cilj naše politike jeste de britanska mornarica učinimo vlasnikom i nezavisnim producentom nefte bez koje se njen opstanak ne može zamisliti. Zbog toga moramo obezbediti tolike rezerve nafte koliko je potrebno za slučaj rata odnosno koliko je potrebno za sprečavanje skakanja cena za vreme mira. Sem toga, moramo nastojati da u svakom momentu gospodarimo svetskim tržištima. Kao krajnji cilj naših napora treba smatrati težnju de kontrolišemo izvore svetske nafte."* Da li nam ova izjava liči ne neke nedavno izgovorene?

Nefte je veome rano postala strategijska sirovina: u ratne svrhe koristi se preko 2 000 godine. Zapaljiva smese nafte, sumpora i šalitre, poznata kao „grčka vatra" (danas se stikovito naziva u popularnim člancima „drevni napalm"), spesle je u poslednjem trenutku Konstantinopolj od opsade Arapa u VII veku. Kada već nije bilo nikakve nade u spas, branioci grada su izlili u more veliku količinu tajanstvane zapaljive tečnosti, koja je goreći, zahvatila i spasila skoro celu arapsku flotu. Njen osnovni sastojak bila je nafta. Da li je nešto slično želeo i Sadam Husein, kada je izlio naftu u Persijski zaliv?

U istorijski najtežoj situaciji, izazvenoj nedostatkom goriva, pri samom kraju drugog svetskog rata, našao se Japan. Iako je u toj zemlji prva proizvodnje nafte počela još 1875. godine, domaći izvori nikada nisu igrali veću ulogu. Najveći deo potreba podmirivan je iz uvoza, kako u miru, tako i u ratnim uslovima. Pokušaji de se za vreme drugog svetskog rata organizuje masovna proizvodnja sintetičkog gorivа nisu dali očekivane rezultate, tako da je sudbina snabdevanja naftom zavisila od toga koliko će

TABELA 1			— u hilj. tona —
SEVERNA AMERIKA	1989	1990.	Promena u %
SAD	425 830	409 634	−3,80
Kanada	92 404	81.024	−1,49
Ukupno:	518 234	500 658	−3,39

TABELA 2			
SREDNJA I JUŽNA AMERIKA			
Meksiko	143 617	146 678	2,13
Venecuela	94.591	110 526	16,85
Kolumbija	20.383	22.600	10,88
Trinidad	7.811	7.333	−6,95
Kuba	719	736	2,51
Gvatemala	168	169	0,60
Barbados	52	60	15,38
Brazil	30 229	32.002	5,87
Argentina	23 596	24.166	2,42
Ekvador	14.604	14.484	−0,82
Peru	6 975	6.831	−2,06
Čile	1.102	980	−11,07
Bolivija	930	903	−2,90
Surinam	181	198	9,39
Ukupno:	345.027	367.688	6,56

TABELA 3			
ZAPADNA EVROPA			
Velika Britanija	91.749	93 471	1,88
Norveška	74.594	81 080	8,70
Danska	5 530	5.784	4,59
Italija	4.355	4.788	9,94
Holandija	3 814	4.142	8,60
Nemačka	3.792	3.648	− 3,80
Francuska	3.243	3 017	− 6,97
Austrija	1.156	1.222	5,53
Španija	1.039	825	− 20,60
Grčka	906	790	− 12,80
Ukupno:	190.180	198.767	4,52

tankera umaći savezničkim podmornicama, ratnim brodovima i avionima. Pred kraj rata, broj potopljenih tenkera rastao je vrtoglavom brzinom, pa je Japan pokušao da za transport nafte koristi ratne brodove, pa čak i podmornice, ali bez rezultata. Japan je poslednjih dana rata skoro potpuno ostao bez nafte i benzina.

Sjedinjene Američke Države su u toku drugog svetskog rata takođe imale određenih problema u vezi sa potrebnim količinama goriva. Istočni delovi zemlje su trpeli oskudicu u nafti i njenim produktima. Naime, neprijateljske podmornice ometale su transport tankerima iz naftonosnih područja SAD, pre svega, iz oblasti Meksičkog zaliva. Zbog toga je Državna administracija za naftu za ratne potrebe (Petroleum Administration for War ili PAW) morala da organizuje ogromne transporte preko železnice, a takođe je započeta izgradnju više naftovoda.

U SSSR za vreme drugog svetskog rata, maksimalno su intenzivirana geološka i geofizička istraživanja, usmerena na pronalaženje nafte u zapadnim delovima teritorije, koji su bili udaljeni od rejona zahvaćenih ratnim operacijama. Veliku ulogu u snabdevanju sovjetske ratne mašine potrebnom energijom odigrala su ležišta nafte u području između Urala i Volge („Drugi Baku").

Drugog avgusta, od ulaska i okupacije Kuvajte od strane Iraka, samo nekoliko decenija posle opisanih iskustava, izvesnost rata u kojem nafta igra jednu od ključnih uloga postaje jasna.

Važnost Bliskog Istoka

Obezbeđivanje potrebnih količina nafte za predviđeni ekonomski razvoj, a posebno za razvoj i potrebe oružanih snage zemlje, u SAD, i ne samo tamo, smatra se prvorazredno značajnim pitanjem odbrambene sposobnosti i bezbednosti zemlje u celini.

Zabeleženo je, pa neka bude ponovljeno, nekoliko opredeljenja oko Bliskog istoka i nafte.

Hari Truman je 1946. izjavio da *„taj rejon sadrži obimne prirodne resurse"* i da je *„on smešten na preseku najpovoljnijih kopnenih, vazdušnih i vodenih transportnih linija"* iz čega *„proizilazi da taj rejon ima veliki ekonomski i strategijski značaj"*.

D. Ajzenhauer je 1951. isticao *„da ne postoji u strategijskom pogledu značajniji rejon u celom svetu nego što je to Bliski istok"*.

U jednoj od svojih izjava 1970. godine, *Ričard Nikson* je naglasio sledeće: *„Bliski istok je važan. Mi svi znamo da 80% nafte za Evropu i 90% nafte za Japan stiže sa Bliskog istoka. Mi znamo da Bliski istok predstavlja vrata za Afriku, vrata za Sredozemno more. On je stožer NATO, a takođe vrata koja vode kroz Suecki kanal na jug u Indijski okean"*.

Džon Ford je 1975. godine rekao da su Bliski i Srednji istok *„strateški važan rejon i izvoz značajnog i neprekidno rastućeg dela energetskih resursa, kako za nas, tako i za Zapadnu Evropu i Japan"*. Iste godine, američki državni sekretar *Henri Kisindžer* je rekao: *„Jedini način da se danas snize cene nafte je — voditi širok politički rat protiv takvih zemalja kao što su Saudijska Arabija i Iran"*.

Vojnostrategijski značaj nafte sa Bliskog istoka za SAD najbolje se uočava iz činjenice da se ona koristi za podmirivenje vojnih snaga SAD u zapadnoj Evropi, u jugoistočnoj Aziji i na Dalekom istoku. Osim toga, ratna flota SAD u Sredozemnom moru, Indijskom i Tihom okeanu takođe se koristi naftom sa tog područja. Ista situacija je sa mnogim američkim bazama širom sveta, čije bi postojanje i održavanje bez nafte Bliskog i Srednjeg istoka bilo znatno otežano.

Očigledno je da se ratna mašina SAD u izvesnoj meri oslanja na naftu uvezenu sa Bliskog i Srednjeg istoka, ali ne možemo reći da isključivo zavisi od arapske nafte. Američke prerađivačke petrolejske kompanije ostvaruju najveći deo svojih profita preradom i prodajom arapske nafte, i to je značajnija činjenica.

Rat je prošao i nadamo se da se neće ponoviti. Dolazi vreme posleratnih analiza i ocena.

Proizvodnja sirove nafte u poslednje dve godine, kretala se prema podacima „Petroleum Economist-a" na sledeći način:

— Proizvodnja sirove nafte u SAD, već nekoliko decenija nije odlučujuća za snabdevanje domaćeg tržišta, posebno zbog postojanja i uspešnog funkcionisa-

TABELA 4			
ISTOČNA EVROPA			
SSSR	607.181	569 309	— 6,24
Rumunija	9 237	8 228	— 10,92
Jugoslavija	3 393	3 250	— 4,21
Mađarska	1.966	2 000	1,73
Albanija	2 135	1 986	— 6,98
Bugarska	303	322	6,27
Poljska	154	100	— 35,00
Češko-Slovačka	144	113	— 21,53
Ukupno:	624.513	565 308	— 6,28

TABELA 5			
BLISKI ISTOK			
Saudijaka Arabija	257.176	520 790	24,71
Iran	144 347	156 078	8,13
Irak	139.185	100.262	— 27,96
Ujedinjeni Arapski Emirati			
Abu Dabi	70 706	78.956	11,87
Dubai	20 706	20 902	0,95
Sharijah	1.168	1.802	7,20
Kuvajt	91 886	58 401	— 36,44
Oman	31 819	33 056	3,89
Sirija	16 998	20.292	19,38
Katar	19 139	19 403	1,38
Jemen	9 410	9 931	5,54
Turska	2 843	3 447	21,25
Bahrein	2.102	2.058	— 2,09
Ukupno:	807.906	825.308	2,14

TABELA 6			
AFRIKA			
Nigerija	83 129	90.811	8,24
Libija	53 694	65 784	22,52
Alžir	51.370	56.678	10,33
Egipat	42 956	44.197	2,89
Angola	22 642	23.963	5,83
Gabon	10.998	13.772	25,22
Kamarun	8 642	8 227	— 4,80
Kongo	7 396	7 835	5,94
Tunis	4 740	4 422	— 6,71
Zair	1.358	1 350	— 0,59
Obala Belokosti	350	215	— 38,57
Benin	200	200	—
Ukupno:	2876.475	317.454	10,43

nje strateških rezervi nafte, na kojima je razvijena posebna filozofija i politika stokiranja pojedinih mineralnih sirovina Na taj način izbegavaju se iznenađenje i udari, a bitno utiče na domaće snabdevanje, svetsko tržište i međunarodne odnose (tabela br 1),

— povećenje proizvodnje nafte u Meksiku i Venecueli, odlučujuće je uticelo na ukupno povećanje proizvodnje nafte u ovom regionu sveta (tebela br 2),

— najveći proizvođači nafte u Zapadnoj Evropi — V Britenije i Norveška, povećali su proizvodnju, što se odrazilo na ukupnu proizvodnju ne kontinentu,

Istovremeno, prema raspoloživim podacima, ove dve zemlje povećale su istraživanje, posebno u Severnom moru, gde se očekuje otkrivanje novih ležišta i novih količine nafte (tabela br 3),

— problemi sa kojima se sukobljava SSSR u ovom periodu, uticali su i na smanjenje proizvodnje nafte, kao, uostalom i na ukupnu privrednu aktivnost, no SSSR ostaje i dalje najveći svetski proizvođač sa najvećim (utvrđenim) resursima, i ogromnim neistraženim i potencijalnim prostorima Neke ocene o ograničavanju proizvodnje ili proizvodnje do neke godine ili decenije — proizvoljne su Istraživenja neprekidno traju. Pronaleze se nova ležišta i nove količine, vek obezbeđenosti rezervama se neprekidno produžava Teko ce dugo biti (tabeta br 4)

Budućnost bez iluzije

Smanjenje proizvodnje nafte u Iraku i Kuvajtu je neposredna posledica događaja u ovom području, što je bila „prilika" za Saudijsku Arabiju de ostvari najveće povećanje proizvodnje u odnosu na prethodnu godinu (tabela br 5) Sigurno je, da će trebati dosta vremena, novaca i tehnike, da, pre svega Kuvajt, pa i Irak, dostignu proizvodnju iz prethodnog perioda, ali u uslovima rešavanje sporova mirnim putem

— zemlje Afrike, iz godine u godinu, povećavaju proizvodnju sirove nafte, značajno ulažu u istreživanje, samostalno a najčešće u saradnji sa ino kompanijama, pa se ceo kontinent može smatrati perspektivnim Proizvodnje većine zemalja Dalekog istoka, malo utiče na ukupnu svetsku proizvodnju sirove nafte

U svakom slučaju, posle rata u Persijskom zalivu, ostaće upamćen do sada nezabeležen trend Naime, u ranijim vremenima, krize i rat su dovodili do smanjenja proizvodnje nafte, ograničenja potrošnje, velikog i trajnog skoka cene Ovom prilikom bilo je potpuno drugačije Možda su se i ratovi promenili

Neka potpisniku ovih redova bude dozvoljena i jedna dugoročna nepopularna prognoze za ovo područje: NA REDU JE VODA! Na Bliskom istoku, površinske i podzemne vode su najvitalniji prirodni resursi, jer mnoge bliskoistočne zemlje suočene su sa ozbiljnim nedostatkom vode i još većim smanjenjem kvaliteta vode Voda se u ovom regionu smatra značajnim instrumentom nacionalne strategije i moćnim političkim oružjem Nema nikakve sumnje da će nafta i narednih decenija imati vrlo jasno naglašene političke i vojne dimenzije Isto tako, neme nikakve sumnje da će zemlje — članice OPEC, kao i druge zemlje u razvoju, koje igraju sve značajniju ulogu u svetskoj mineralnoj ekonomiji nafte, nastaviti da svoja prirodna bogatstva u nafti i naftnu Industriju još više usmeravaju na zadovoljavanje prvenstveno sopstvenih interese Ne treba, međutim, imati iluziju da će se razvijene zemlje Zapada, naftni monopoli i vojna rukovodstva, pomiriti sa takvim razvojem događaja na svetskoj pozornici Biće još najrazličitijih pritisake na vlade nezavisnih zemalja, pokušaja da se raznim udarima i uticajima promeni odnos snaga u pojedinim državama, dobro zamaskiranih špekulacija, pokušaja uvlačenja u određene ekonomske i vojne blokove i slično Biće još teških epizoda u predstojećoj istoriji najznačajnije strategijske sirovine u današnjim uslovima.

Dakle? Sve dok ne bude nađena adekvatna zamena za naftu — opšteprihvaćena, ekonomski opravdana, u velikim količinama, lako dostupna što širem krugu ljudi — do tada ■

Između ratnih, društvenih, političkih, ljubavnih, opasnih hazardnih i mnogih drugih igara, redakcija „Galaksije" odlučila se za NAGRADNU IGRU. Ne želimo ni gubitnike ni dobitnike, želimo samo srecnike kojima je namenjen kompjuter, putovanje u Ameriku, vredna izdanja knjiga, diskete, kasete . Više o ostalim nagradama u sledećem broju. NEKA IGRE POČNU

Svaka igra ima svoja pravila. Naša su kratka i jasna. Samo ukoliko uz svoje podatke na našu adresu pošaljete tri kupona, stičete pravo na učešće u izvlačenju dobitnika koje ce se obaviti u junu. Dakle, strpljivo čitajte „Galaksiju", seckajte kupone i odmah nakon izlaska junskog broja „Galaksije" pošaljite ih uz svoje podatke na adresu: **redakcija „Galaksije", Bul. vojvode Mišića 17, 11000 Beograd. Srećno!** ■

NEKA IGRE POČNU

Glavne nagrade:

KOMPJUTER PC AT 286

PUTOVANJE U DIZNILEND ZA DVE OSOBE



KUPON BR. 2

Izrada modela jonosfere iznad Evrope

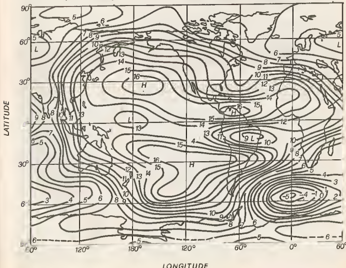
SVEMIRSKI CENTAR U GROCKOJ

Dok gledamo TV ili slušamo naše moderne radio-prijemnike, svi posredno učestvujemo u jednom naučnom istraživanju, čija se suština odvija iznad Evrope.

17/Maj 1991.

Iako je razlika između čoveka i drveta više nego očigledna, filozofija života je potpuno na strani drveta! Toga postanete svesni onog trenutka kada sve podredite kupovini skupog automobila, izgradnji vikendice na moru ili prijatnom subotnjem časkanju o predstojećem fudbalskom prvenstvu. Biti različit, danas je veoma teško. Duhovno siromaštvo je postalo nešto uobičajeno, nešto čega je malo ko svestan. Onog trenutka kada sam odlučio da posetim *Geomagnetski institut u Grockoj*, bio sam spreman na prijatan izlet pored Dunava. Naoružao sam se pričama o tome kako sam se još kao mali igrao magnetima i pronalazio komade rude magnetita. Već na ulasku u Institut, morao sam da menjam prethodne zaključke. dočekalo me je par umiljatih mačaka koje su se igrale oko laboratorija za fiziku magnetosfere. Sve se nalazilo u prijatnom

Izolinije koje opisuju stanje jonosfere iznad Pacifika. Ovakva istraživanja prikazuju danas jonosferu iznad Evrope mnogo detaljnije nego što se to radila ranije.



šumarku iznad Dunava i, naoko, moglo da bude bilo šta, ne samo jedini „space research center" (centar za istraživanje prostora) na Balkanu. Naravno, nigda nije bilo očekivanih lansirnih rampi i ogromnih teleskope. Umesto njih, upoznao sam ljude čije se ime sa poštovanjem izgovare u svetu neuke.

Dr Ljiljana Cander, viši naučni saradnik u institutu i rukovodilac naučno-istraživačke jedinice, već dugo vremena je na čelu tima koji se bavi oblastima nauke dostpunim samo nejupornijim i odabranim.

Evropska esocijacija za saradnju u oblasti naučnih i tehničkih istraživanja — COST, okuplje naučne radnike na različitim projektima koji su u domenu visokih tehnologija. Zajedno sa još osamnaest zemalja, Jugoslavija zauzima veoma cenjeno mesto u mnogim COST programima. Pre tri godine u Rimu, dogovoreno je da se u okviru COST-a pristupi *izradi modela jonosfere iznad Evrope*. Glavni koordinator projekta je postao *P. Bredli* (P. Bradley), a rukovodilac sa jugoslovenske strane upravo dr Ljiljana Cander, sagovornik pored koga moj pripremljeni koncept pada u vodu i sve se svede na jednostavno „da" i „ne".

Učestvovati u izradi jednog ovakvog projekta je svakako velika obaveze koja vam ne dopušta ni malo slobodnog vremene. Radno vreme ne postoji, a kući se odlazi tek u sumrak. Stručni naziv instituta je *„solarno-terestrički" centar* i pruža velike mogućnosti u istraživanju svih procesa vezanih za magnetizam Zemlje i jonosfere. Upravo zbog toga, bio je idealno mesto ze precizna merenja jonosfere i svih procesa vezanih za nju. Postojanje takozvanih jonosondera, uredaja koji emituju radio-talase unutar kratkotalasnog frekventnog područje do 30 MHz, omogućava izradu detaljnih mapa stanja jonosfere. Slične mape su do sada postojale za mnogo veća područja, tako da nisu pružale zadovoljavejucu preciznost. Koncentracija radio-saobraćaja iznad Evrope, već dugo zehleve izradu ovakvog projekta. Prostor koji bi on obuhvatao, graničio bi se unutar područja 35 N — 55 N i 10 W — 30 E. Ispitivenje jonosfere severnije od toga, doneo bi problem intenzivnih događanja iznad Severnog pola, uključujući i pojavu Aurore Borealis ili Polarne svetlosti što bi svekako donelo mnoge probleme. Ovako, merenja su odavno počela i uigrani tim evropskih naučnika već uveliko radi.

Za početek je dogovoreno da svako dobija određeni zadatak. U tu svrhu formireno je pet grupa koje su radile pojedine faze projekta. Formiranje banke podataka, merenje, utvrđivanje najbolje frekvencije prostiranja talasa, vremenska i prostorna korelacija, samo su neke od faze. Grupu koja je vršila finalnu obradu podataka i izradu mapa i modele sačinjavali su dr Cander, zejedno sa kolegom *B. Zolesijem* iz Rima.

Proces merenja

Već pomenuti jonosonderi su vršili praktični deo merenja. Kratkotalasni radio-signal se emituje vertikalno naviše, odbija od slojeva u jonosferi i vraća nazad na Zemlju gde takav signal obrađuje kompjuter, stvarajući kvalitetnu sliku. Takav radio-signal se emituje svakih 15 minuta, neprekidno 24 sata. Jonosfera se nalazi na visini od 50 pa sve do 1000 kilometara iznad Zemlje i podložne je velikim promenema. Na nju utiče skoro sve: doba dana ili noći, godišnje dobe, zračenje sa Sunca, a u poslednje vreme i naši nuklearni eksperimenti na Zemlji. Zbog svega ovoga, ona se diže i spušta, pojavljuje i nestaje.

Krajnji cilj celog istraživanja je upravo uspostavljanje precizne matematičke tehnike koja će biti u stanju da u svakom trenutku odredi mogućnost radio-komunikacija odbijanjem od jonosferskih slojeva.

One naravno moraju imati toliku preciznost da uzimaju u obzir čak i meteorološke promene ne Zemlji koje bi mogle imati uticeja na komunikacije. Kako je osnovni činilac za ponašanje i odbijanje radio-talasa upravo elektronska gustina iznad zadate oblasti, potrebno je naći zakonitosti na osnovu kojih se elektroni ponašaju. U ekstremnim slučajevima, njihova koncentracija može biti takva da onemogući bilo koju vrstu radio-veze. Retko se dešava da neki od slojeva jonosfere poprimi oblik „crne rupe" i sasvim proguta radio-signale sa Zemlje. „Tajenstvena" Polarna svetlost je upravo zbog svog nepredvidivog ponašanja na radio-talase veoma nezgodna za komunikacije. U određenim uslovima ona reflektuje radio-talese ultrakratkotalasnog područja (VHF) koji se u normalnim uslovima prostiru pravolinijski, i kada ih vrati nazad na Zemlju, unese im tako mnogo deformacija da se informacija bilo koje vrste jedva mogu dešifrovati.

Upravo zbog tekvog stanja i nepredvidivih situacija visoko iznad naših glava, neophodno je bilo de se pristupi ovom istraživanju.

S obzirom da prostiranje elektromagnetskih talasa kroz nehomogenu, anizotropnu jonosfersku plazmu obično prati i promena amplitude, faze, polarizacije, pa čak i frekvencije, moguće je da fizičke osobine radio-talasa koji stignu nezad na Zemlju budu u velikoj meri promenjene. Današnje komunikacije koje se svode na oblik Zemlja—jonosfera—Zemlja, satelit—jonosfera—Zemlja i satelit—jonosfera—satelit, zahtevaju izuzetnu preciznost, jer i najmanja smetnja koja ne traje duže od sekunde može izbrisati stranice i stranice informacija. Za sada oblik satelit—jonosfera—satelit nema tako bitnu ulogu, ali svakako predstavlja budućnost svemirskih telekomunikacija.

U izradi jonosferskog modela iznad Evrope, pošlo se od zbirnog uticaja zračenja sa Sunca i Zemljinog magnetskog polja. Izbegnute su polarne i ekvatorijalne oblasti, tako da je bilo moguće pristupiti određivanju tačnih fizičkih i matematičkih zakonitosti. Postojeći numerički, empirijski i fizički modeli jonosfere još uvek nisu dali željene rezultate jer ne prikazuju elektronsku gustinu dovoljno precizno u svim željenim oblastima. S obzirom da je izrade ovako kompleksnog modela uslovljena mnogim činiocima, od kojih neki još uvek nisu dovoljno rezjašnjeni, glavna istraživanja su se koncentrisala na F-sloj, koji i najviše učestvuje u refleksiji radio-talasa.

Iako su mnoge zemlje razvile veoma različite načine modeliranje jonosfere, na preporuku međunarodnog komitela za radio-saobraćaj — CCIR, usvojene su matematičke formule koje su zasnovane na tri promenljiva parametra: geografskoj širini, geografskoj dužini i vremenu T. Opseg kretanja geografske širine je od minus 90 do plus 90 stepeni, istočne geografske dužine od 0 do 360 stepeni i univerzalnog vremena (UTC), izraženog u stepenima od minus 180 do plus 180 stepeni. Nakon složenih matematičkih operacija i uz korišćenje neizbežnih Furijeovih koeficijenata, dobijene su numaričke vrednosti koje se unose na mapu Evrope. Uz jednostavnu interpolaciju međusobnih tačaka, nastaje visoko tačan model trenutnog stanja jonosfere. Nakon dužeg praćenja ponašanja slojeva unutar jonosfere, moguće je pristupiti empirijskom zaključivanju. Dobijeni podaci su tekvi da je moguće samo na osnovu vizuelnog pregleda dnevnog ponašanja i varijacija F-sloja izvući zeključek nalik običnoj vremenskoj prognozi, s tim što je ovde reč o radio-talasima. Osim toga određena je i kritična frekvencija E-sloja, položaji F1 i F2 sloja, kao i MUF — maximum usable frequency (najviša radna frekvencija) i LUF — najniže radna frekvencija.

Iako postoje mnoge stvari koje nas razdvajaju, sukobljavaju i ujedinjuju, biti različit od ostalih, odavno je osobina najupornijih. Dok sam razgovarao sa dr Ljiljanom Cander o tehnologiji izrade modela jonosfera nisam o tome posebno razmišljao. Tek malo kasnije kada sam u dnevnim novinama uporno pokušavao da pronađem bilo šta što nije vezano za naše obične nacionalizme i političke igre, ljudi iz Geomagnetskog instituta su se u mom sećanju izdvojili kao posebni u moru običnih. ■

☐ *Ivan Mastilović*

Problemi informatičkog izobilja

KAKO DO PRAVE INFORMACIJE

☐ *Piše: Božidar Travica*

U američkom društvu, preplavljenom informacijama, sve veći problem je dolaženje do pravih informacija. Informatička disciplina „pretraživanje informacija" (information retrieval) razvila je do sada nekoliko teorijskih modela kojima pokušava da savlada ovaj problem. Sledi priča o nekima od njih.

Već više od dve decenije, Amerika sebe smatra „informatičkim društvom". Termin dolazi iz američke sociologije, i u direktnoj je vezi sa radom **Danijela Bela** (Danial Ball). Ovaj sociolog klasičnih liberalističkih nazora, govorio je još koncem 40-ih o društvu koja dolazi posle industrijske faze. Tada je još bio usamljen. Početkom 70-ih, međutim, Belove zapažanja uobličile su se u koncepte koji su počeli dobijati sve više sledbenika.

Novi tip menedžera rođen je u svetu američkih korporacija sa zadatkom da upravlja informacijskim sistemom koji korporacijskom menadžmentu pruža podršku u odlučivanju. Vrhunski menadžment takođe je proširen za informatički profil menedžera — glavni informatički službenik, čije moć i imenom podseća na čoveka br. 1 u američkoj korporaciji — glavni izvršni službenik (bukvalni prevod engleskih termina „chief information officer" i „chief executive officer").

U društvu koje se naziva informatičkim, problem nije nestašica informacija. Locirati informaciju i doći do nje nije teško. Pravi je problem u tome da se čovek pribere, tj. da ima jasnu ideju na šta pažnju usredsrediti u gomili informacija kojima je i kao građanin i kao profesionalac neprestano zasipan. U tesnoj vezi s ovim je problem koji je ključan — kako pronaći pravu informaciju, onu koja je zaista korisna u konkretnoj situaciji. Pojedinac u informatičkom društvu mora, drugim rečima, biti hitar u sumarnom pregledavanju informacija (engleska reč „browsing") i imati razvijenu sposobnost selekcije. Obe osobine se moraju usavršavati, jer to je jedini način da se održe.

Problemima pronalaženje prave informacija bavi se informatička disciplina pod nazivom **„pretraživanje informacija" (PI)**; engleski termin — Information retrieval. Disciplina je počela da se razvija u šezdesetim, sa razmahom računarstva. Iako se PI ovde klasifikuje u praktične discipline, uistinu je reč o pretežno teorijskoj oblasti. Jedini opipljivi rezultati razvoja PI su nekoliko teorijskih modela, čije praktične realizacije nije mnogo odmakla od početka. PI je pogođen primer za ilustraciju Scila i Haribda s kojima se informatičko društvo suočava na planu razvoja informatičke tehnologije. Uzgred, iako počiva na upotrebi kompjutera, PI se ne smatra kompjuterskom naukom. Većina univerzitetskih ljudi slaže se da je PI zapravo jedna od novih informatičkih nauka, koje su se u SAD munjevito umnožile tokom 80-ih.

U krilu PI do danas je razvijeno nekoliko modela za traganje za informacijama od kojih su najvažniji: Bulovski model, vektorski, probabilistički i kognitivni model.

Bulovski model se temelji na principima binomne algebre Džordže Bula kombinovane sa teorijom skupova. Bulovi operatori AND, OR i NOT koriste se za ukrštanje tzv. invertiranih fajlova. Invertirani fajl sadrži ključne reči i njima pridružene adrese dokumenata u kojima se ključne reči javljaju. Korisnik koji želi da pronađe sve dokumente u bazi podataka koji sadrže reči „svinja" i „magarac" formiraće upit ukucavanjem ova dve reči povezane Bulovim OR. Kompjuter će pregledati sve invertirane fajlove u kojima se javlja „svinja" i u brzoj memoriji pohraniti brojeve pripadnih dokumenta. Isto će učiniti za reč „magarac", a zatim će uporediti dobijena dva skupa brojeva. Krajnji rezultat su brojevi



koji su i u jednom i u drugom skupu, tj. brojevi koji označavaju dokumente u kojima se pojavljuju imena obe ova životinje.

Bulovski model je najstariji i u njegovoj se praktičnoj primeni najviše odmaklo. Većina isporučilaca komercijalne informacija, kao što je poznati „Dijalog" (Dialog), primenjuje bulovske sisteme. Korisnicima se pružaju i razna dodatne mogućnosti za pretraživanje, kao što je riznica termine, liste termina sa sličnim značenjem traženoma itd. Rečju, bulovski modeli PI rade u praksi i donekle zadovoljavaju potrabe tražilaca informacija. Ovaj model, međutim, ima i vidne nedostatke. Najočevidniji je taj da se mnogi ljudi ne osećaju komotno u bulovskom sistemu. Ljudima sa tehničkim obrazovanjem je ovaj model bliži nego onim sa, recimo, humanističkim.

Zatim, u pogledu rezultate pretraživanja, bulovski model daje ili previše ili premalo informacija. Ovaj problem je teorijske prirode i u vezi je s korišćenjem bulovskih operatore. Na primer, NOT može da eliminiše potencijalno korisnu informaciju. Jedno svaže istraživanja sugeriše kombinovanje NOT sa AND-OR operatorom kao mogućni lek. Drugi istraživači izlaz traže u komplikovanoj matematici finog kalibriranja težina koje se dodeljuju operatorima. Oštri kritičari bulovskog pristupa PI smatraju, međutim, da je sve ovo tumaranje slepom ulicom i da izlaz treba tražiti u alternativnim modelima PI.

Alternativni modeli

Jedna od perspektivnih alternativa bulovskim sistemima je **vektorski model** PI. U osnovi, informacije su predstavljene tačkama u trodimenzionalnom vektorskom sistemu. Na primer, rečima „svinja", „magarac" i „majmun" dodeljeni su vektori x, y i z. Ako se „svinja" pominje u jednom dokumentu dvaput, „magarac" tri, a „majmun" četiri puta, onda je položaj ovog dokumenta u vektorskom prostoru određen koordinatama (2, 3, 4). (Preciznosti radi, reč je o relativnoj a ne apsolutnoj učestalosti reči u dokumentima.) Na isti način može se pozicionirati svaki dokument u jednoj bazi podataka.

Kada korisnik unese upit u sistem za vektorsko PI, sistem identifikuje grupe dokumenata koji sadrže tražene reči, dodeli im vektorske vrednosti i izvrši grupisanje dokumenata prema tome koliko su udaljeni od upita. Uistinu je ovde reč o modeliranju prostora koji treba zamisliti kao unutrašnjost sfere. Glavni trik je, zatim, kalkulisanje rastojanje između dokumenata, upita i dokumenate, tj. između vektora koji imaju zajedničko teme u centru sfere. Rastojanje vektore meri se kosinusom ugla između njih.

Pronalazač vektorskog modela PI je **Džerl Salton** (Gerard Salton), istraživač na čuvenom univerzitetu „Kornel" (Cornell). Zasad on kreira samo laboratorijske vektorske sisteme. U laboratorijskim uslovima, vektorski model daje bolje rezultate nego bulovski sistemi. Problem je, međutim, što vektorski model traži veliku kompjutersku moć, usled obima kalkulacije koja sistem mora izvršiti kao odgovor na upit. Već pri kolekcijama od nekoliko stotina dokumenata, superkompjuteru treba primetno i do nekoliko sati za kreiranje vektorskog prostora!

Svaki pokušaj da se o PI govori preciznije zahteva oslanjanje na jezik matematike. Ideja ovog teksta je, međutim, da se čitaocu pruži okvirni pregled koji, i bez matematičke obučenosti, vodi intuitivnom shvatanju materije kojom se bavi disciplina PI. S ovog razloga će treći važni model PI, probabilistički, biti samo ovlaš opisan.

Probabilistički model PI temelji se na Bajzijanskoj teoriji verovatnoće. Osnovna prednosti i slabosti modela izviru iz logike teorije na kojoj počiva. U najkraćem, Bajzijanski račun verovatnoće sadrži isti činilac i na levoj i na desnoj strani jednačina. To znači da se tražena veličina koristi u kalkulaciji — tražena veličine. Ove kružne logika na svodi se, međutim, na klasičnu formalno-logičku grešku „objašnjavanje istog istim" (idem per idem). Stvar ima smisla ako se ima u vidu da je korisnik taj koji nepoznatom činiocu dodeljuje neku vrednost — na osnovu poznavanje oblasti, sopstvenog iskustva iz ranijih PI, intuicija ili, jednostavno, nagađanja. U skladu se rezultatom pretraživanja, korisnik može dalje korigovati nepoznati činilac.

Dakle, Bajzijenski model je usmeren na korisnikovo prosuđivanje relevantnosti pretraženih dokumenata i, zatim, korisnikovo intervenisanje u tok pretraživanja tj. upravljanje sistemom. Ovaj model nema mnogo sledbenika među istraživačima PI. Ipak, neki tehnološki proroci veruju da model ima budućnost.

Filozofska pitanja

Kognitivni model je poslednji u nizu savremenih pristupa problematici PI o kojima je reč u ovom tekstu. Ovaj model je i teorijski najobuhvatniji i najinspirativniji, jer propituje neka od temeljnih načela koncepta informatičkog društva. Atribut „kognitivni" potiče od termina „kognitivna nauka". Reč je o grani nauka koje se bave problemima spoznaje razvijenim tokom poslednja tri decenije u SAD — psihologija saznanja, lingvistika, teorija obrazovanje, teorija veštačke inteligencija, informatička nauka itd.

Osnovna ideja kognitivnog pristupa je da kao što korisnik ima sliku o sistemu za PI, tako isto i sistem ima sliku o korisniku. Kako mašina, kompjuter, može imati sliku o čoveku? „Slika o korisniku" je, zapravo, metafora za nekoliko opipljivih stvari u vezi s korisnikom: njegova shvatanja predmetne materije, ciljevi pretraživanje, plan pretraživanje, jezička konstrukcija koje najčešće koristi i tome slično. Tako, na primer, u dijalogu koji se između čoveka i mašine vodi u prirodnom jeziku (onom kojim svakodnevno govorimo), mašina „saznaje" za kojom vrstom informacija čovek traga, kakvu strategiju pretraživanja želi sprovesti i druga stvari. Kognitivni pristup u PI je star koliko i drugi, ali još je najmanje istražen i otelotvoren u sistemima koji rade.

Modelovanje korisnika od strane sistema vrši se u manje ili više prefinjenim formama. **Kanonski model,** recimo, vrši modelovanje na osnovu prosečnih osobina određenih vrsta korisnika. Sistemi kao AYPA, MACSYMA i brojni CAI sistemi (kompjutrski podržavano instruiranje) stvaraju sliku o korisniku na osnovu stereotipa koji su ugrađeni u sistemsku logiku. Korak dalje u evoluciji kognitivnog modela su sistemi koji mogu kreirati **personalizovane slike** o korisniku. Sistem GRUNDY, recimo, koristi povratnu spregu od korisnika za prilagođavanje toka pretraživanja specifičnim potrebama i željama korisnika.

Jedan evolutivni tok kognitivnih sistema razlikuje **implicitne i eksplicitne sisteme.** Prva oznaka se odnosi na sisteme koji samostalno stvaraju sliku o korisniku, dok se druga odnosi na sisteme koji to ne mogu učiniti bez pomoći korisnika. Kognitivni modeli se bave i pitanjem: da li je cilj PI pronaći hijerarhijski sređenu listu potencijalno korisnih informacija, ili je cilj pronaći jednu jedinu — onu „pravu" informaciju? Većina dosad razvijenih kognitivnih sistema omogućuje da se dođe do informacija rangiranih po važnosti koju korisnik specifikuje u dijalogu s kompjuterom.

Da li je informatička potreba nešto što se jasno može artikulisati ili je reč o maglovitoj, mada prešnoj potrebi? Ovim se bitnim filozofskim pitanjem takođe bave kognitivni istraživači. Oni smatraju da se informatička potreba retko kada mogu jasno artikulisati. Jedan očigledan razlog za to je — nedostatak znanja, ili nedovoljna informisanost. Kada čovek pretražuje biblioteku, bazu podataka ili kakvo bilo drugo skladište informacija, on jednovremeno — uči. Stoga, ide dalje ovaj argument, alatami za PI treba da imaju u vidu dimenziju učenja i da je podrže. Jedan takav sistem koji omogućuje pretraživanja kroz elastično pregledavanja materijala u bazi podataka, učenje i korisnikovo neprekidno ocenjivanje važnosti pretraženog materijala jeste sistem THOMAS. Sistem počiva na filozofiji mreže, i nedavno je prilagođen za kompjutere koji počivaju na dizajnu istovremena paralelna obrada podataka.

Naravno, ovo je samo delić tehnološka priča. PI ima toliko veći značaj što se direktno bavi problemima u vezi s onim što je i pokretački duh i produkt informatičkog društva — informacijom.

■

Bitovi i bajtovi kruže planetom

Značajne računarske mreže

☐ *Piše: mr Dejan S. Milojičić, e-mail: eimp002@yubgss21.bitnet*

Tokom burnih martovskih demonstracija, kao jednu od svojih obaveza smatrao sam redovno izveštavanje svojih drugara u Americi o svakodnevnim događajima. Radio sam to preko e-mail-a, elektronske pošte koju sam slao iz Instituta „Mihajlo Pupin“ i koja je zatim, tokom svog minutnog putešestvija stizala u San Diego, Los Angeles i Santa Claru. Ubrzo sam se pomalo i uživeo: „Pa ja ću im biti prvi i najobjektivniji izveštač . . .“. Međutim, moje ushićenje nije dugo trajalo. Drugovi su meni slali ogromne količine informacija. Mladići iz Beograda, Zagreba, Ljubljane, San Diega, New Yorka-a i Chicaga pisali su svoja mišljenja, svoje informacije iz raznih novina, različitih medijuma. Bio sam obasut informacijama o tome šta se to dešava ispred moje zgrade, u Bulevaru JNA, na Slaviji. Ono što me i sada impresionira je ta nova kultura koju političari još uvek ne stižu da oskrvnave. Verovatno ne znajući ili jednostavno plašeći se računara, urednici „Politike“, „Times“-a i „Pravde“ još nisu zavirili u te bite i bajte što putuju mrežama sveta i prenose ne samo matematičke formule, već ponekad i broj tenkova što je prošao ispred nečije kuće.

Po jednoj od najopštijih definicija, računarska mreža je skup računara koji po zajedničkom protokolu komunicire preko postojećeg transmisionog medijuma. Razlikujemo lokalne mreže („Local Area Networks“) — LAN-ove, Metropoliten mreže („Metropoliten Area Networks“) — MAN-ove i javne mreže („Wide Area Networks“) — WAN-ove. „Javne“ mreže možda nije nejadekvatniji prevod od „Wide Area Networks“, jer pod WAN spadaju i javne i privatne mreže, a ipak najbolje u duhu našeg jezika opisuje pojam, WAN, pri tome, kao što smo izneli pod „Javne“, treba podrazumevati sve vrste mreža i javne i privatne.

Lokalne mreže su definisane na nivou jedne prostorije, zgrade ili kompleksa zgrada. Metropoliten mreže obuhvataju obično veće područje, recimo na nivou grada, ili nešto šire oblasti, dok javne mreže prekrivaju države i kontinente. Medijume kojima su povezani računari sačinjavaju koaksijalni kablovi, optički kablovi, upredene parice, telefonske linije, satelitske veze itd.

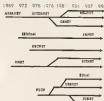
Računarska mreže se grubo mogu podeliti u sledeće grupe:

- Istraživačke mreže,
- mreže kompanije,
- kooperativne mreže,
- komercijalne mreže

U daljem tekstu ćemo dati prikaz svake od pojedinih grupa i dati primer za postojeće mreže iz svake grupe. Uglavnom će biti opisane poznate javne mreže koja trenutno postoje u svetu. Rad je baziran na članku „Notable Computer Networks“, objavljenom u Communications of the ACM, oktobra 1986, vol 29, no 10, strane 932—971, kao i na ličnom autorovom iskustvu u svakodnevnom, a ponekad i celodnevnom korišćenju mreža.

Istraživačke mreže

Većina mreža je započela svoju istoriju kao istraživačke, da bi kasnije prerasle za odgovarajuće namene. Jedna od najpoznatijih mreža je ARPANET, koja već nekoliko godina ne postoji pod ovim imenom. Istraživačke mreže obično podržavaju državne institucije ili kompanije pod ugovorom sa državom. Uz razvojne mreže, obično su usko povezane vojne mreže. Jedan od ovakvih primera je odnos ARPANET-a i MILNET-a u SAD, koji su prerasli u početku u ARPA internet i kasnije samo u Internet. Za ovakve mreže se obično ne plaća pristup, ali je on zato ograničen samo na učesnike projekata podržanih od strane države ili vojske. U ovu vrstu mreža spadaju i mreže koje su nalik na državne i vojne, ali omogućuju pristup i onima



Razvoj računarskih mreža u svetu

koji ne učestvuju u projektima ili ne žele da imaju veze sa vojskom. Primer ovakve mreže je CSNET. Korišćenje ovih mreže se plaća, obično godišnjom članarinom.

Jedan od najboljih primera istraživačke mreže je internet. Internet je globalni skup povezanih regionalnih i WAN mreža koje koriste IP kao mrežni nivo protokola. Primeri mreža koje su povezane u internet su MILNET, vojna mreža, za aplikacije koje nisu vojna tajna, zatim NSFNET — National Science Foundation mreže, koja je rasprostranjena širom SAD, veoma brzim vezama i namenjena je za istraživačke aplikacije itd.

Sve mreže na Internet-u imeju jedinstven prostor imena i adresiranja. Tako su, na primer, internet mreže klasifikovane po domenima na:

- COM — komercijalne organizacije,
- EDU — školske organizacije, univerzitet i sl.
- GOV — civilne državne organizaije

List of all LISTSERV lists known to LISTSERV@NDSUVM1 on 21 Mar 1991 06:54

Network-wide ID	Full address	List title
'AMALGAM'	AMALGAM@DSORUS11	Dental AMALGAM and MERCURY Poisoning
'AMERSTDY'	AMERSTDY@MIAMIU	(Peered) American Studies
'CLIO-L'	CLIO-L@MIAMIU	(Peered) A description of your list goes here
'CUFS-L'	CUFS-L@MIAMIU	(Peered) A discussion of the CUFS system
'DARS-L'	DARS-L@MIAMIU	Degree Audit Reporting System Discussion List
'ECONET'	ECONET@MIAMIU	(Peered) A discussion of Ecological and Envir
'EDUCATIONAL-...	ERL-L@TCSVM	Educational Research List (TCSVM)
'I-AMIGA-UIUC...	I-AMIGA@UIUCVMD	Archive of I-AMIGA list elsewhere on net (Don
'IBM7171-MAIN'	IBM7171@TCSVM	(Peered) Protocol Converter list
'IBSCG'	IBSCG@MIAMIU	(Peered) International Business School Compute
'KKY-L	KKY-L@MIAMIU	(Peered) KKPsi/TBS Distribution List
'MCUG-L'	MCUG-L@MIAMIU	(Peered) Alternative Colorful Postings
'MUMAIL-L'	MUMAIL-L@MIAMIU	(Peered) Miami University Mail exchange discu
'NEW-SUPERCOM...	S-COMPUT@BNANDP11	(Peered) SuperComputers list (BNANDP11)
	S-COMPUT@TCSVM	(Peered) SuperComputers list (TCSVM)
	S-COMPUT@UGA	(Peered) SuperComputers List (UGA)
	S-COMPUT@USCVM	(Peered) SuperComputers list (USCVM)
'NIH-GUIDE'	NIHGUIDE@TCSVM	NIH Guide List (TCSVM)
	NIHGGC-L@UBVM	NIH Grants and Contracts Distribution List
'NIHDDC-L'	NIHDDC-L@LSUVM	NIH Guide List (LSUVM)
'PCSA-L'	LANWORKS@MIAMIU	(Peered) A discussion of Digital's PCSA produ
PHYSICS	PHYSICS@MIAMIU	(Peered) Physics discussion list
'SGANET	SGANET@DSORUS11	SGANET ...
AAUA-L	AAUA-L@UBVM	American Association of University Administra
ACADDR-L	ACADDR-L@MCGILL1	Academic Computing Centre Directors Forum
ACADEMIC	ACADEMIC@BRUFMG	Forum de Ciencia Computacional
ACADV	ACADV@NDSUVM1	ACADV Academic Advising Forum
ACCTDIST	ACCTDIST@UIUCVMD	CSO Accounting Personnel Distribution list.
ACCY-L	ACCY-L@UHUPVM1	ACCY : Accounting Distribuation List
ACM-L	ACM-L@OHSTVMA	ACM-L List for Student Chapters of ACM
	ACM-L@UCF1VM	Florida ACM Student Chapter Discussion List
ACMSTCHP	ACMSTCHP@SUVM	ACM Student Chapters
ACS-L	ACS-L@POLYGRAF	IBM Advanced Control System Discussion list
ACS-SP1	ACS-SPI@UNCVM1	UNC/ACS List for SPIRES Users
ACSALF	ACSALF@UQUEBEC	Association canadienne des sociologues et des
ACSCMS-L	ACSCMS-L@UNCVM1	UNC/ACS VM/XA CMS USERS LIST.
ACSOFT-L	ACSOFT-L@WUVMD	Academic Software Development
ACTION	ACTION@USCVM	USC-UCS IBM VM Problem Reports List

Deo spiska diskusionih lista na BITNET mreži

- MIL — Department of Defence, vojne ustanove
- NET — administrativne organizacije za mreže kao što su CSNET, UUCP i BITNET
- ORG — ostale organizacije

U ovu grupu mreža spadaju još CSNET, SPAN (The Space Physics Analysis Network), JANET (u Velikoj Britaniji), EAN (X 400) mreže u Evropi i Kanadi, itd

Mreže kompanija

Velike kompanije su razvile mreže za potrebe svog poslovanja Primer ove vrste mreža su mreže kompanija IBM, Xerox, DEC, AR&T i druge Većina mreža je samo skup povezanih LAN-ova, ali postoje i one koje obuhvataju više kontinenata Pravo pristupa je obično striktno limitirano na zaposlene u kompanijama Ove mreže imaju gateway-e na druge mreže, ali je za to neophodna posebna dozvola, zbog tajnosti podataka i mogućnosti krađe softvera, informacija itd

Xerox je jedan od pionira u razvoju mreža Ova kompanija ima svoju mrežu Xerox Internet koja se razlikuje od Internet mreže Xerox Internet podržava između ostalih i XNS protokol

DEC poseduje internu mrežu Easynet DEC je izuzetno jak u mrežama Poznat je DEC-ov standard DECNET i arhitektura DNA

IBM-ova mreža se zove VNET IBM održava internu zaštitu za prilaz ovoj mreži Samo je veoma limitiran broj korisnika VNET-a u mogućnosti da komunicira sa ostalim mrežama Korisnici iz spoljnih mreža mogu da šalju poštu na VNET, ali primalac pošte mora da ima ovlašćenje za prijem

AT&T takođe ima interne mreže, ali se zaposleni daleko više koriste se UUCP i USENET mrežama

Kooperativne mreže

Kooperativne mreže su nastale povezivanjem korisnika sa sličnim interesima Mnoge od ovih mreža, kao, na primer, BITNET i sa njom povezane mreže NETNORTH I EARN, potiču iz akademskih okruženje Neke od ovih mreža su nastale između korisnika odgovarajućih proizvođača sistema (na primer, BITNET i IBM) ili čak operativnih sistema (na primer, UUCP, USENET, EUnet, JUNET, ACSNET koji su nastali povezivanjem korisnika UNIX operativnog sistema) Kooperativne mreže imaju korisnike koji pripadaju različitim krugovima — akademskim, istraživačkim ili komercijalnim Ono što ih čvršće povezuje, bar u početku su transportni protokoli, na primer, RSCS za BITNET ili UUCP za UUCP mrežu Kooperativne mreže su obično distribuirano organizovane i administrirane Plaćanje pristupa je u vidu cene telefonskih računa koji se plaćaju za povezivanje pojedinih čvorova Mnoge mreže dobijaju novčanu podršku od pojedinih kompanija Tako je, na primer, IBM uložio ogromna sredstva u BITNET, DEC i Philips u EUnet, a AT&T podržava UUCP I USENET

BITNET („Because It't Time to NETwork") je mreže koje povezuje univerzitete i istraživačke centre u SAD Za BITNET važi pravilo da svaki čvor na BITNET-u mora da bude spreman da prihvati novi čvor koji bi se povezao na njega To je, dakle, kooperativna mreža u pravom smislu reči Tri osnovna elementa ove mreže su BITNET u SAD, NETNORTH u Kanadi i EARN u Evropi

BITNET, odnosno EARN je mreža koju sam do sada najviše koristio Osnovni čvor u Jugoslaviji se nalazi u Republičkom Zavodu za Statistiku, gde ljubazna gospođa Tasič uredno otvara naloge korisnicima bitnet-a u Beogradu Nažalost, da bi se povezali na ovaj čvor neophodna vam je SNA/SDLC kartica koja košta preko 1000$, sinhroni modem i telefonska linija Bolja varijanta je povezivanje na Elektrotehnički Fakultet, zašta vam treba serijska linija na personalnom računaru, asinhroni modem i telefonska linija I u jednom i drugom slučaju neophodno je da ste član Univerziteta da bi mogli da otvorite nalog na njihovim računarima U Jugoslaviji znam da još postoje čvorovi na Elektrotehničkom Fakultetu u Zagrebu i u Institutu Ruđer Boškovič

UUCP ime mreže potiče od komande UNIX-a — „Unix to UNIX CoPy" Originalna namena UUCP mreže su bili fajl transfer I udeljeno izvršavanje komandi Za UUCP ne postoji centralna koordinacije i administracija Da bi se povezali na UUCP, neophodno je da nađete mašinu koja je voljna da vam dopusti povezivanje na nju Uglavnom je rasprostranjena u SAD, u Evropi joj je analogna mreža EUnet, a u Japanu JUNET

Ime mreže USENET potiče od imena USENIX Asocijacije korisnika UNIX-a u SAD Definisana je kao skup računara koji primaju vest („news") **new.announce.**

EUnet je nastao na sličan način od korisnike operativnog sistema UNIX u Evropi — EUUG asocijacije („Europian UNIX User's Group") i započeo je kao proširenje softvera i protokola koji su korišćeni za UUCP I USENET

Komercijalne mreže

Komercijalne mreže su bazirane na pružanju usluga korisnicima za profit Izdržavaju se od naplaćivanja usluga koje se vrednuju po dužini vremena pristupa ili korišćenja računara Većina komercijalnih mreža ne dozvoljava razmenu pošte i fajlova sa ostalim javnim mrežama, pa kao takve nisu od prvenstvenog značaja za ovaj članak Primeri ovih komercijalnih mreža su TELNET I TYMNET (mreža kojom upravlja McDonnel Douglas Network Systems Company)

Šta nam sve pružaju mreže

Mreže su ostvarile čitavu filozofiju korišćenja, više se ne radi samo o povezivanju računara, radi izmene fajlove,

sade svakodnevno niču nove i nove ideje o mogućnostime korišćenja mreža. Na pnmer, tokom UKUUG konferencije sam se slikao za FaceServer Sliku su skinuli sa „scanner-om", sutradan mi dali odštampano na računaru, a oni su sačuvali sliku, preradili je u odgoverajuću formu i preko mreže može da se skine i prikaže na radnim stanicama Ako ne možete da se setite čoveka od koga vam je upravo stigla elektronska pošta, potražite njegovu sliku u bazi i prikažite je na svojoj radnoj stanici Baza slika je samo jedna od ogromnog broja mogućnosti koje nam pružaju mreže

Od tradicionalnih pogodnosti koje nam pruža korišćenje mreža, mogu se izdvojiti sledeće

- Elektronske pošta
- Fajl transfer
- Listserveri
- Arhivska mesta
- Elektronski časopisi
- Korisnički direktorijumi — „User directory services"

Svaku od ovih pogodnosti koristim svakodnevno i izuzetno mi pomažu u svakodnevnom radu Razmotrimo ih pojedinačno

Fajl transfer

Fajl transfer potiče od prvobitne potrebe ze komunikacijom između dva računara Komanda *„ftp" — „File Transfer Protocol"* je jedna od standardnih aplikecija Pomoču fajl transfera se, na primer, mogu dobiti fajlovi se arhivskih mesta širom sveta Fajl transfer zehteva odgoverejuce kodovanja, po standardima koje zahtevaju pojedini operativni sistemi, na primer, UUENCODE, po standardima UNIX-a, NETDATA i slično Fajlovi se zetim kompresuju odnosno decompresuju po prijemu, jer ušteda u količini prenesenih podetaka može de bude značajna Na primer, odnos kompresovanih/nekompresovanih kodova celokupnog izvornog koda Mach jezgra je 1 3, što ne utiče samo ne vreme transporta fejlova do vas, već i na količnu utrošenog rada po prijemu fajlova, jer obično se fajlovi podele na delove, pe je neophodno sastaviti ih Tokom trenstera se može desiti da dode do pogrešnog premapiranja pojedinih karaktere, teko da i o tome treba voditi računa

Elektronske pošta

Elektronska pošta je postala najčešći vid komunikacije medu studentima i zaposlenima u oblasti računara Kao prvo, u večini slučajeva to je besplatan vid komunikacije, finensiran od strane država ili kompanija, zatim najbrži je, poruka stiže iz Beograda do Kalifornije za minut i najzad, to je veoma blizak način komunicirenje u svekodnevici jednog programera Dok edituje za računarom, stići će mu poruka da je primio poštu, on će je pročitati i možda odmah odgovoriti Ako nije prisutan za računarom, korisniku će pošte biti sačuvana, kao što to radi telefonska sekretarica, samo još fleksibilnije, jer može se ostaviti program koji ce obraditi primljenu poruku i vratiti odgovor, može se pošta preusmeriti na drugu lokaciju itd.

Listserveri — Diskusione liste

Vremenom su se oformile diskusione liste ljudi sa zajedničkim interesovanjima To ne moraju da budu samo teme iz oblasti računarstva Postoje diskusione liste iz svih oblasti tehničkih, prirodnih i društvenih nauka, zatim za igre, socijalne grupe, etničke grupe itd Liste se kreiraju na principu prijavljivanje i odjavljivenja Sistem mora de podrži neki vid višestrukog slanje („broadcast") svim korisnicima tj — članovima diskusione liste Je sam se, na primer, prijavio ne liste za UNIX i Mach Princip je da relevantna pošta ide na diskusionu listu, a da članovi pojedinačne zahteve razmenjuju između sebe direktno Na primer, eko neko ima probleme sa prevođenjem jednog fajla iz izvornog koda UNIX-a, uputiće poruku sa problemom na diskusionu listu Ostali učesnici, ako smatraju za ehodno, odgovoriće direktno na adresu člana koji je pitao, e ne ne edresu diskusione liste U suprotnom bi došlo do zagušenja i mreže i korisničkih računare zbog ogromnog broje poruka

Arkivska mesta

Na mnogim mestima u različitim mrežama postoje takozvene arhivska mesta, („Archive Cites"), gde se čuva respoloživi softver, koji može slobodno da se distribuira To mogu biti različiti progremi ze merenje performensi („bencmarks"), igre, informacije itd Jedno od arhivskih mesta je, na primer, TeXServer sa koga sam svojevremeno skinuo standardne programe za merenje performansi DHRYSTONE, WHETSTONE, LINPACK itd Na slici 4 je prikazan deo spiska diskusionih lista na BITNET mreži Ukupan broj diskusionih listi daleko prelazi 2000

Elektroeski časopisi

Pored standardne elektronske pošte, postoje i elektronski česopisi To je jedan vid „pretplate" na časopis koji je vrlo nalik na standardne Ima svog urednika, saradnike itd U časopisima se raspravljaju teme relevantna za datu mrežu, različite zenimljivosti i slično Na primer, ovo je sadržaj poslednjeg broje elektronskog časopisa NETMONTH, koji sam primio

- BITbeleške
- Pokretanje poštanske liste
- Vesti sa mreže i usluge
- Kultura postmoderne
- Nove poštenske liste
- Politika

Jedino što elektronski časopisi ne sedrže, bar ne ovi na koje sam se ja prijavio, to su reklame

Korisnički direktorijumi — „User directory services"

Korisnički direktorijumi — UDS („User Directory Services") omogucavaju korisnicime da se prijave navodeci ime, oblasti kojima se bave, oblasti interesovanja i druge relevantne podatke Namena UDS je da se omoguci pronalaženje mreže ili adrese pojedinih korisnika ili da se pronadu ljudi sa odredenim interesovanjem

Socijolei i pravni aspekti

Osnovni efekat koji donosi korišćenje mreža je povecana interakcija između ljudi To dalje vodi ka vecoj tehničkoj produktivnosti Međutim, pored tehničkog aspekta, korisnici pristupaju komunikaciji ne mreži iz mnogih drugih razloga, uostalom teme diskusionih lista najbolje pokazuju raznovrsnost interesovanja Jedan od zanimljivih efekata mreže je „plamen", — „flame", koji se s vremena na vreme izezove na mreži Nestaje kada se ogroman broj korisnike aktivira ne mreži oko neke nevažne stvari U vezi toga su nastale i konvencije dijaloga, na primer, kada neko hoče da startuje požar, to čini sa „FLANE ONI" porukom, eko ne želi da se izazove ovaj efekat, šalje okrenuto lice koje se smeje) — način korisnike USENET-a da pokažu de nemaju ozbiljne namere sa pretečim tekstom Kada je neko uzbuden, obično kuce VELIKA SLOVA , ili stavi ** zvezdice oko onoga što želi da istakne**

Največu zbrku oko pravnih aspekata je izezvao čuveni crv — „worm", koga je jedan student startovao da bi ukočio računare širom SAD Ovo je u stvari bio dobar pokazatelj koliko je slaba zaštita na mrežama i koliko je toge nedefinisano u pravnim espektima komunikacije po mreži Veliki broj neregulisanih pravnih pitanja još uvek nema odgovor, ali ce se u vremenu tehnološkog napretka i te kako morati požuriti sa njima

Mreže postaju svakodnevica, danas inženjera i programera, a sutra verovatno i ljudi izvan delatnosti računarske tehnike Mreže jednostavno pružaju mogućnosti koje dosadašnji medijumi ne poseduju Meni je daleko lakše da pošaljem elektronsku poštu kolegi sa fakulteta nego da ga zovem telefonom Čak i da ima telefonsku sekretaricu, i meni i njemu je daleko lakše i praktičnije da koristimo poštu

I na kraju da citiram prof Veljke Miiutinoviča, koji, u pogledu saradnje sa kolegama iz Amerike, ne vidi razliku između rade ne Purdue Univerzitetu i Beogradskom „I tamo sam sa svima komunicirao sa e-mailom Da li mi poruke stigne za per sekundi, koliko treba od jedne do druge zgrade Purdue Univerziteta, ili stotinu sekundi kotiko treba od Beograda, i meni i kolegama je sasvim svejedno" ■

Robotika

Nove mogućnosti hodajućih robota

ODEKS, REZUS I ATILA

Oni uče da koračaju morskim dnom, da se ušunjavaju u srca nuklearnih elektrana i da se veru uz dimnjake i skele. Oslobođeni gusenica i točkova, roboti otkrivaju radosnu veštinu hodanja i isprobavaju koji je način najlepši, najbolji i najsigurniji: na dve, četiri ili na šest nogu.

Početkom februara, u Komesarijat za atomsku energiju (CEA) u Francuskoj pristigao je visoki gost. Njegovo ime je *Odeks (Odex)*, hodajući robot težak 430 kilograma, a sposoban da nosi teret ravan šestostrukom iznosu svoje težine. Njegova snaga bi postidela i najjačeg čoveka, a i neke druge njegove sposobnosti. Ali, čemu hodajući robot? Da bi obavljao zadatke na mestima na kojima to još uvek ljudi moraju da rade, izlažući se većem ili manjem riziku po zdravlje i život, a ne koja konvencionalni pokretni roboti na svojim gusenicama i točkovima ne mogu da zađu. Dosadašnjim robotima nedostaje okretnost i lakoća u manevrisanju: prekoraćiti, skočiti, čučnuti ili verati se — to njima nije bilo dato. Međutim, zbog te nesavršenosti im više od polovine kopna, previše neravnog i raznolikog za njih, nije bilo dostupno. Da ne pominjemo unutrašnjost zgrada, sa svojim stepeništima i drugim preprekama, arhitekte su, naravno, ova zdanja projektovali za ljude i koncipirali ih prema ljudskim mogućnostima, ne vodeći računa o nekakvim bićima na točkovima.

Odeks

U mnogim zemljama sveta su istraživačke laboratorije proizvele hodajuće robote raznih oblika i veličina. Njihovi tvorci ih već mogu posmatrati u njihovom radu, kako se pentraju uz stepenice nekog tornja grebeći po četiri stepenika, kako pod vodom čiste trup nekog broda, ili kako iznose burad sa radioaktivnim otpadom iz lavirinta neke nuklearne elektrane. Što se tiče *Odeksa*, on je proizišao iz kalifornijske laboratorije kompanije Odetiks *(Odetics)*. CEA ga je namenio za inspekcijske obilaske nuklearnih elektrana, a posebno njihovih ozračenih, unutrašnjih zona. Robotom se upravlja daljinski iz jedne konzole, a putem komandnih kablova sa optičkim (staklenim) vlaknima. Pokreti njegovih šest nogu (ili možda šapa ... ili kopita?) ostvaruju se posredstvom sistema vijaka i zupčanika, dok pogonske jedinice predstavljaju mali motori. Svakoj nozi mogu da se izdaju komande zasebno, pokrećući je nezavisno od ostalih nogu, ali „uobičajeno funkcionisanje" robota podrazumeva da tri noge obezbeđuju njegovu stabilnost pružajući mu oslonac, dok sa druge tri pomeraju. Brzina kojom je mašina sposobna da se kreće iznosi na ravnom tlu otprilike 1 km/h.

Jedinica za robotiku Komesarijata za atomsku energiju je nedavno nabavila novu i dosad najsavršeniju varijantu robota Odeks. U odnosu na osnovni model, kod kojeg je pređena putanja bila rezultat ponavljanja pokreta u prostoru „naučenih" tačku po tačku, sadašnja mašina — Odeks verzija 3 — može pravovremeno da reaguje posredstvom operatera koji iz svoje konzole vodi korak po korak robotove pokrete. Operater vidi na ekranu sliku uhvaćenu kamerom koja Odeksu služi kao oko; potom, na

osnovu svoje procene, daje naredbu. U cilju pokreta koji treba izvršiti, osnovna naređenja (napred, nazad, okret ...) prenose se robotu putem informatičkog programa koji ih pretvara u direktno obradive koordinate x, y i z.

Opskrbljen teleskopskim nogama, najmlađi član porodice Odetiks je i daleko okretniji. Penjući se uz stepenište, na primer, on je u stanju da opkorači pet stepenika od jednom, do jednog metra visine. On može da se podigne do 2,13 m da bi ispitao cevovod što prolazi ispod rešetke.

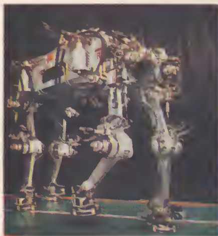
CEA je odvojio velika sredstva za usavršavanje ove mašine i svakako mnogo očekuje od ovog projekta. Jedan od sledećih ciljeva jeste da se ovaj robot učini osetljivim na okolinu, kako bi brzo reagovao u nepredviđenim okolnostima. Radi toga je neophodno dopuniti njegove „čulne organe" novim instrumentima, kao što su telemetri i ultrazvučni detektori. U daljoj etapi planirano je usavršavanje robotovog elektronskog mozga. Njegov mozak bi se opskrbio algoritmima koji bi bili u stanju da predlože mogućnosti akcije, zavisno od okolnosti i mera koje treba preduzeti. Takođe, u planu je i razvijanje specifičnih manipulativnih „ruku", kojima bi Odeks obavljao raznovrsne zadatke: uklanjanje toplotne izolacije u cilju otkrivanja pukotine u zidu elektrane, dekontaminacija određene lokacije, utvrđivanje oštećenja.

Rezus

Inženjeri su imali još jednu ideju na umu: da koordiniraju rad odeksa sa jednim drugim hodajućim robotom, zvanim *Rezus*, proizvedenim u laboratorijama Komesarijata u mestu Fontene-o-Roz. Daleko manji od svog američkog rođaka — težak 40 kg i visok 0,5 m — on se kreće na samo četiri noge. Imajući u vidu njegove male razmere, njegova namena će biti izvršavanje raznih misija na najnepristupačnijim mestima, kao što je unutrašnjost zaštitnog omotača elektrane. On bi vršio i ispitivanja na onim mestima kojima se može prići samo lestvicama. Do mesta zadatka će ga verovatno transportovati njegov krupniji kolega, Odeks.

Inženjeri Komesarijata trenutno „treniraju" Rezusa za penjanje uz lestvice. Međutim, iako je veoma okretan zahvaljujući kukicama smeštenim na kraju nogu, brzina nije njegova jača strana — treba mu četvrt sata da bi se popeo uz lestvice visoke četiri metra. Na sreću, od njega se ne traži da bude brz, već da do tančine obavi određeni kretki zadatek na rastojanju od 15 do 20 metara. Kao i Odeks, on je snabdeven kamerama i način njegovog upravljanja funkcioniše po istoj šemi. „*On može da ponese samo lakši materijal ili manje instrumente. Na primer, sistem akustičnog merenja radi lokalizacije pukotine na cevi ili merač radioaktivnosti,*" precizira *Žerar*

Četvoronogi robot-kaskač razvijen u laboratorijama kompanije Hitači kreće se potpuno samostalno, bez daljinskog upravljanja: njegovi pokreti su programirani, tako da se on bez teškoća kreće u definisanom prostoru. Ali, čim naiđe na nepredviđenu prepreku, on zastane i „čeka".



Frez, stručnjak za robotiku Komesarijata.

Rezus bi mogao da bude i energetski nezavisan, ako bi mu se ugradila baterija. S obzirom da je daleko manji od Odeska, njegov generator bi bio veoma ograničenih kapaciteta. On će dakle morati, u slučaju da mu se poveri neki zadatak čije obavljanje zahteve duže vreme, da se u pravilnim razmacima vraća Odeksu, gde bi se iznova napajao električnom energijom.

Nuklearne elektrane nisu jedine sredina u kojoj se hodajući roboti mogu pokazati izuzetno korisnim. Japanski stručnjaci posebno mešteju o njihovoj primeni u podmorskom čišćenju lučkih voda, kao i u proučavanju topografije i pravljenju planova neravnih podmorskih terena. Tako je istraživački institut tokijske luke nedavno usavršio jednu mašinu, sposobnu da manevriše na dubini od pedeset metara. Ova „sprava" je teška 600 kg i zove se Akva-robot. On takođe poseduje šest nogu na čijim su krajevima smešteni taktilni detektori, sposobni da premeravaju nepravilnosti morskog dna. Ovekve noge, dugačke po meter i po, deju mu izgled džinovskog morskog pauka. Pokretanje njegovih nogu usmeravaju tri nivoa zglobova, pogonjeni mikromotorima. Ova mašina se kreće po morskom dnu tako što koristi noge kao neku vrstu pipake. Tri noga su uvek podignute dok ostale tri pipajući proveravaju stabilnost tla. Na gornjem delu mešine se nalazi jedna nepropusna, pokretljiva kamera, ona robotu omogućeva sagledavanje njegove okoline. Njegovim kretanjem upravlja se iz obližnjeg broda, tako što se komande za akciju prenose sistemom optičkih vlakana, a energija odgovarajućim kablovima. Prvi koraci Akva-robota u tokijskom zalivu su dokazali njegovu sposobnost da se kreće sa lakoćom po stanovitom tlu, kao i da deluje u skučenom prostoru: mašine može da se diže i spušte pregrupisanjem nogu i tako da emanji površinu tla na kojoj stoji ili da se okrene oko eebe same.

Roboti koji hodaju mogu pod vodom takođe da služe za održavanje brodova. Firma „Normed" je još pre pet godina emisilia njihovu eksploataciju u čišćenju brodskih trupova (odstranjivanju naslaga školjki i algi), kao i u proveravanju zavarenih mesta na donjem delu brodske oplate, bez izvlačenja brodova na suvi dok. Redi uključivanja u radove na brodovima i lučkim postrojenjima projektovan je, proizveden i testiran jedan specijelizovani robot. On se kreće na tri noge, raspolaže pokretnom rukom koja se može opakrbiti alatkama i sposoban je da nepreduje na vertikalnim površinama brzinom od 2,5 m/min. Da bi se držao za trup broda, robot poseduje magnetne „sisaljke" na krajevima nogu, koje čvrsto prijanjaju uz metalnu oplatu. On se kreće tako što stavlja jednu nogu ispred druge dve. Jedna od nogu, podignuta i sa isključenom sisaljkom, kreće se u stvari duž zajedničke šine jednog okvira koga pridržavaju za trup druge dve noge. Robot može i da rotira, uz pomoć klizeće noge sa osovinom. On se kreće ne slepo po trupu broda, bez senzora poput kamera. Njegova putanje je programirana kompjuterom, sa kojim je povezan optičkim komandnim kablom. Ova mašine, nazvana *Morski Robot*, pokazuje impresivne radne sposobnosti: u stanju je da vuče 350 kilograma materijala pod vodom i da obradi bez zastajkivanja i do 5000 m² površine brodskog trupa dnevno. Nažalost, pošto je lučko redilište za koje je bio namenjen ovaj robot zatvoreno, on je smešten u skladišta jedne međunarodne kompanije sa sedištem u Ženevi, gde iščekuje novu industrijsku primenu.

Atila

Sledeći primer zvuči još neverovatnije. *Rodni Bruks (Rodney Brooks)*, istraživač sa Laboratorije za veštačku inteligenciju Tehnološkog instituta države Mesečusets (SAD), izumeo je minijaturnog hodajućeg robota zvanog *Atila*, koji će možda, u nekoj budućoj ekspediciji na Mars, biti prvi robot koji će krstariti Crvenom planetom. I zaista, predviđe se da će nekoliko ovakvih malih šestonogih istraživača biti priključeno jednom kosmičkom programu NASA-e koji ima za cilj Mers. Visok semo 15 cm, dugačak 36 cm i sa ukupnom težinom od 1,6 kg, Atila podseće na golemi insekt. I to ne samo po svom izgledu, već i po svom programiranom ponašenju u pogledu opažanja i reakcije. On je opskrbljen sa nekih 150 detektora četrnaest različitih tipova! Najosnovniji među njima (detektori sile, kolizije, detektori nagiba, kontakta ...) obezbeđuju opažaje koji izazivaju odgovarajuće bazne reflekse neophodne za funkcionisanje robota. Većina ih je smeštena u nogame robota, gde se takođe nalaze i tri „akcelo-centra" (dve rotativna i jedan linearni) koji omogućavaju artikulaciju robotovih refleksa. Posebnu su pažnju posvetili stručnjaci opremanju ove mašine složenijim detektorima (merači ubrzanja, kamere, infracrveni detektori restojanja dometa od 5 cm do 3 m), kako bi se obezbedila „samokontrola" robota.

Atilin elektronski mozak sadrži jeda-



Hodajući robot ODEX 3 izlazi iz radionice kalifornijske firme Odetix. Jedna od njegovih primena je obavljanje raznih zadataka u nuklearnim elektranama, a u cilju zaštite osoblja od ozračavanja. Ovaj robot je sposoban da ponese teret od 2,5 tone.

neest servo-procesora od kojih devet služe za upravljanje sklopom detektora i ekcionih centara, dakle za koordinaciju opažanja i delovanja. U svakoj nozi su smeštena elektronska kola koja joj omogućavaju, kada se uključe, da neposredno reaguje u skladu se nedražajima iz svoje okoline i to potpuno nezavisno od ostalih nogu. Dva procesora su dovoljne za rukovođenje osnovnim kretnjama i manevrima mašine: napredovanje, kretanje unazad, okretanje. Ovakva informatička arhitektura, takozvana paralelna arhitakture, čini ovaj sistem prilagodljivim i zato veoma efikasnim i moćnim. Ona sprečava da se kretanje nogu koordinira isključivo i ne unapred programiran način iz jednog centra, e tako se umanjuje i rizik od havarije mašine. S druge strane, naravno, u nedostatku jednog moćnog centralnog računara robot ne može de izvršava složenije zadatke. Ali, jednostavne i precizno definisane misije keo što je *„izmeriti temperaturu na rubu svih uočenih pukotine u datom rejonu"*, mogu de se programiraju u njegovim procesorime. Arsenal detektora kojima je Atila opskrbljen, trebelo bi de mu omogući de se izvuče i iz najteže situacije. U slučaju iznenadnog pade, na primer, ako Atila padne ne leđa, noge se uvlače, potom na osovinama okreću za 180 stepeni, a okreću se i detektori kako bi zauzeli ispravan položaj u odnosu na tlo koje istražuju. Ne kraju ovog manevre, noge se ponovo izvlače. Kako bi i energetski bio autonoman, robot nosi sa sobom akumuletor koji mu daje energiju dovoljnu za pola sate reda. On poseduje i solarne ćelije odgovarajuće površine koje su u stanju de u roku od pet sati ponovo napune njegov akumuletor.

Mnogi naučnici opsednuti su ovakvim snovima. I *Žen-Žak Kesis (Jean-Jacques Kessis)*, direktor Laboratorije za robotiku, i veštačku inteligenciju u Parizu, mašta o tome da pošalje hodajuće robote u svemir. U ovom slučaju na Mesec. *„Naš projekat, „Veliki optički stroj" (Optical Very Large Array), koji smo započeli se astronomom Antoen Leberijom (Antoina Lebeyne), ime u planu postavljanje mreže od 27 mobilnih interferometričkih teleskope na Mesecu, a u cilju posmatranja zvezda. Svaki od instrumenata bi se pomerao uz pomoć robotskog šestonogog noseča,"* objašnjeve ovaj istraživač. Već nekoliko godina dva ovakva šestonošce kockastog oblika, šetaju gore-dole u sutarenu njegove laboratorije. Ukoliko ovaj lunarni projekat ne bude napušten, Žen-Žek Kesis će uskoro početi da modifikuje strukturu svojih mašina. *„Dećemo im pravilni šestougaoni oblik kako bismo poboljšali njihovu stabilnost"*, keže on. Več je moguče, ne sintetičkoj slici stvorenoj kompjuterom, diviti se njihovom laganom napredovanju po negostoljubivom i neravnom Mesečevom terenu!

Međutim, lako su lepo naučili da se veru, da puze i da se koriste stepanicama, način na koji roboti hodaju još uvek ni najmanje ne podseće na ljudski ili životinjski hod. Da li ih, ne primer, možemo videti kako trče? Teško. I to iz prostog razloge što većina njih još uvek usvaja „statički način hodanja", raščlanjujući brižljivo svaki pokret na sekvence, a sve to u cilju postizanja sleda situecija stabilne ravnoteže. Razvoj ovakvih robota je pre svega omogućio istraživačima sticanje novih iskustava u domenu upravljenja koordiniranim pokretima. To je svakako jedna neophodna etapa u proučavanju mehanizma robotskog hoda — bez toga bi bilo nemoguće „izdresirati" robote da stavljaju nogu prad nogu — ali to ni izdaleka nije dovoljno, ako želimo da izgradimo takve robote koji će biti sposobni da korečaju i skakuću na način živih bića.

Laki hod i kas

Sada je potrebno zaći u sledeću fazu istraživenje — potrebno je proučiti mo-

OLIMPIJADA ROBOTA

Svime koji su se brinuli da će roboti jednog dana ovladati svetom prve međunarodna olimpijada robota održane nedavno u Škotskoj donela je razuverenje i olakšanje. Roboti dvonošci gegali su se poput starace se upravo opansana oba kuka, roboti se točkovima su pokazali de jednostavno obilaženje prepreke zahteva značajnu dozu bistrine, pa su se čak i u većoj meri atletski građeni roboti mogli postideti pred ljudima dok su na kolenima puzali naokolo.

Ipak, dr Piter Meufort, direktor Tjuring instituta iz Glezgova koji je organizovao ovu priredbu, veruje da je bilo prilike da se u opuštenoj i preduzetničkoj atmosferi nauče vredne lekcije. Na glazgovskoj olimpijadi učestvovali su roboti iz dvanaest zemalja, i dr Meufort se nada de je ova olimpijade tek prve od mnogih.

Tjuring institut je osnovan 1983. godine, a nazvan je po dr Alenu Tjuringu, znamenitom britanskom matematičaru i logičaru koji se smatra ocem prvog elektronskog kompjutera. Posvećen je stvaranju okruženja za istraživenja i razvoj na polju primenjene veštačke inteligencije, e namenjen je industriji, kao i akademskim istraživačima.

Olimpijada je trajelo dve dana, i za tu priliku je više od sto naučnike iz čitavog sveta dovelo svoje metalne šestonožce, četvoronožce i dvonožce na atletske takmičenja. Na kraju, svima su bile jasne dve stvari. Prvo, povećenje 'sirove' procesorske snage ne može rešiti sve probleme. Prilično jednostavan kompjuter

se naprednim softverom obično može bolje obaviti posao Drugo javlja se potreba za novim stilom u konstrukciji i izradi elastičnih i savitljivih mehanizama, jer su sadašnji sistemi previše kruti i ukočeni

Na olimpijadi su se održavala takmičenja u penjanju uz zid savladavanju prepreka snalaženju u lavirintu u govorenju lepom ponašanju, održavanju ravnoteže, bacanju koplja a u centru pažnje bile su trke za dvo- četvoro-, šesto- i osmonoge robote

Slika Robag II, mašina slična pauku, ima četiri noge i može da se penje uz zidove i savlađuje prepreke noseći teret sopstvene težine To je jedan iz prve generacije inteligentnih robota penjača uz zidove Opremljen je elektronskom kontrolnom jedinicom, i može se naučiti različitim strategijama za prelaženje prepreka ■

gućnosti „dinamičkog načina hodanja" u robotici Ovo će od sada svakako zaokupljati većinu istraživanja u oblasti hodajućih robota Usvajajući tako jedan neuporedivo prirodniji način koračanja, hodajuće mašine će se ne samo kretati brže, već će, koristeći inerciju sopstvenog zaleta, trošiti daleko manje energije radi pokretanja svoje mase *Mark Rejbert (Marc Raibert),* takođe angažovan na Institutu za tehnologiju države Masačusats (MIT), bio je jedan od prvih istraživača koji su se zainteresovali za ovaj problem još početkom osamdesetih godina Rejberov prvenac je bio *jednonogi robot koji se kretao u skokovima, slično kenguru*

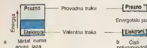
Međutim, danas su „dinamički roboti" čine još prilično daleko od nekakve praktične upotrebe, za razliku od njihove braće statičkog hoda Jedna od industrijsko-istraživačkih kompanija koja je možda najdalje odmakla u ovoj oblasti, Hitači, prikazala je početkom marta ove godine u Tokiju — za vreme Međunarodnog simpozijuma o tehnologiji robota umanjenu maketu svog najnovijeg projekta četvoronožni robot visok 32 cm, koji u kasu šeta svojih trideset kilograma Doduše, brzina ovog „metalnog ponija" ne prevazilazi 1,4 km/h, ali su japanski konstruktori veoma zadovoljni činjenicom što su uspeli da za sedamdeset procenata smanje potrošnju energije svoje mašina *„Sprega sile koju treba ostvariti na nivou artikulacije pokreta je manje nego u slučaju statičkog kretanja,"* objašnjavaju stručnjaci kompanije Hitači

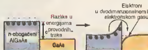
Definitivni Hitačijev model biće visok 90 cm i težak 300 kilograma a biće sposoban da kaska brzinom od 4 km/h Međutim, biće praktično primenjiv tek za sedam godina To vreme je neophodno kako bi se usavršila veštačka inteligencija mašina i tako upotpunila njena autonomija Proizvođač ima u vidu višestruke mogućnosti primene, od gašenja požara u unutrašnjosti zgrada do pomoći u domaćinstvu starijim i invalidnim osobama Polje primene na koje će naići hodajući roboti u bližoj ili daljoj budućnosti je ogromno, ipak, još je puno prepreka na putu

☐ *„Sciences et Avenir"*

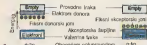
Akva-robot se testira u bazenu Istraživačkog instituta tokijske luke. On je namenjen za istraživanje morskog dna do 50 m dubine. Njime se daljinski upravlja iz obližnjeg broda. On je sposoban da prouči topografiju morskog dna putem taktilnih detektora smeštenih na krajevima njegovih nogu.

Rastuća moć poluprovodnika





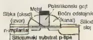
Kad je sloj n-obogacenag AlGaAs smešten uz sloj GaAs, obagaceni materijal daje elektrone koji prelaze u GaAs. Energetski jaz između dreju provadnih traka sprečava povrotak elektrona u sada pazitivni AlGaAs, umesto toga, elektroni se sabijaju uz granicu dva slaja. To se naziva DVODIMENZIONALNI ELEKTRONSKI GAS-2DEG, i koristi se za abrozavanje niskodimenzionalnih kamponenti.



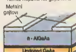
Elektronske energetske trake u metalu (a), poluprovodniku (b) i obogacenim poluprovodnicima (c,d)

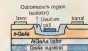


Osnovna konstrukcija najčešćeg tipa elektronske kampanente u integralnim kolima — Tranzistor sa efektom polja, FET. Elektroni teku kroz provodni sloj sa sorsa ka drejnu. Pozitivan napan na gejtu kontroliše struju.



Najčešći tip silicijumskag FET-a, metal-oksidni tranzistar sa efektom polja — MOSFET





MESFET (Metal-Semiconductor FET)

Provodna traka

Energija

Energetski jaz

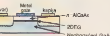
Valentna traka

GaAs AlGaAs

Odnos energija valentnih i provodnih traka u galijum-arsenidu i aluminijum-galijum-arsenidu. Redosled slajeva ovih materijala omagucava kantrolu kretanja elektrona usled različitih energija provadnih traka.



Sabijanje 2DEG između dva negativna metalna gejta dodatno ograničava elektrane, taka da magu da se kreću sama u jednom pravcu. Ovakva kompanenta se naziva KVANTNA ŽICA (Quantum Wire).



2DEG se karisti u trenutno najbržim tranzistarima sa efektam polja — MODFET (MOdulation Doped FET)

Poluprovodnički materijali kao što je galijum-arsenid omogućavaju fizičarima da kreiraju sićušne ure — V poluprovodnike prati reputacija materijala koji

KVANTNI SKOK KA

U celoj istoriji ljudskog razvoja nije zabeležena tako brza i nagla ekspanzija kao što je to slučaj sa mikroelektronikom. U ovoj oblasti godine su, slobodno možemo reći, isto što i u drugim oblastima razvoja stoleća. Najočigledinijl primer predstavljaju kompjuteri — današnji stoni kompjuteri su brzi i moćniji nego mašine koje su pre samo nekoliko godina ispunjavale čitave sobe. Ovakav napredak baziran je pre svega na poluprovodničkoj tehnologiji i ubrzanoj minijaturizaciji poluprovodničkih komponenata. Integralna kola koja sadrže hiljade tranzistora na sićušnom sloju silicijuma su se uvukla u sve pore našeg života: počev od fotoaparata, muzičkih uređaja, televizora i mikrotalasnih pećnica, preko modernih automobila sa ugrađenim mikroprocesorima koji su u stanju da detektuju greške, pa sve do najnovijih putničkih aviona opremljenih tzv. *fly-by-wire* sistemima za upravljanje bez ijednog mehaničkog dela.

Ovakav napredak, naravno, ne bi bio moguć bez čvrstog oslonca na fiziku, fizičku hemiju i tehnologiju. Možemo slobodno reći da fundamentalna istraživanja iz oblesti fizičke elektronike, strukture materijala i novih tehnologija čine osnov razvoja mikroelektronike. Ono što je, pored samog tempa razvoja, karakteristično u ovim istraživanjima je svakako izražena težnja za pronalaženjem još savršenijih poluprovodničkih materijala i težnja ka još većoj minijaturizaciji. Među nejperspektivnijim poluprovodničkim materijatima koji se ne zasnivaju na silicijumu su *galijum-arsenid* (GaAs) i srodna jedinjenja elemenata III (aluminijuma i indijuma) i V (jedinjenja fosfora) grupe Periodnog sistema elemenata.

Ovi materijali, poznati pod nazivom *III — V materijali*, imaju izuzetan potencijal, jer postižu brzine neophodne za rad snažnih superkompjutera, što materijali na bazi silicijuma nisu u stanju; galijum-arsenid pored toga radi i na znatno višim frekvencijama nego silicijum, što omogućava izgradnju komunikacionih sistema koji su u stanju da prenose veće količine informacija i da koriste ranije nedostupna područja elektromagnetnog spektra. Galijum-arsenid ime jednu veoma znečajnu osobinu — sposoban je, za razliku od silicijuma, i da detektuje i da generiše svetlo, zbog čega je veoma pogodan za izradu opto-elektronskih interfejsa, uređaja koji omogućavaju pretvaranje svetlosnih signala u elektronske i obrnuto. Ova osobina naročito dolazi do izražaja u oblasti optičkih kompjutera, za koje se smatra da predstavljaju budućnost ove tehnologije.





Zonimljiva struktura abrazavona od GaAs i AlGaAs nazvana REZONANTNA TUNELUJUĆA KOMPONENTA. AlGaAs se panašo kaa energetska barijera (a) kaja sprečava izlazak elektrona iz GaAs. Ako postoje dve barijere (b), elektroni su zarobljeni u GaAs, ali tada postoji i rezonantni energetski nivo koji dozvoljava tunelavanje elektrona kroz dvostruku barijeru. Davođenje napona na rezanantni niva omogućava protok struje.

Kvantne-elektronske komponente

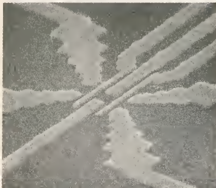
Najznačajnija osobina galijum-arsenida je sposobnost obrazovanja minijaturnih elektronskih struktura koje koriste talasno ponašanje elektrona predviđeno kvantnom mehanikom. Ovo predstavlja snažan kontrast u odnosu na konvencionalne uređaje čiji se rad zasniva na klesičnoj mehanici. Od komponenata baziranih na kvantnoj mehanici se, pored gradnje manjih i bržih kompjutera i komunikacionih sistema koji troše i manje energije, očekuje i da pomognu fizičarima da proniknu u suštinu suptilnog ponašanja elektrona na kvantnom nivou.

Kako ove komponente rade? Sve elektronske komponente i uređaji zasnovani na njima koriste elektrone koji se kreću u kontrolisanim pravcima, tako da u „aktivnom regionu" komponente ili uređaja struja ili teče ili ne. Reč je, zapravo, o primenjenoj binarnoj logici — svi pojmovi se svode na dva komplementarna, međusobno isključiva stanja, „tečno—netačno", „da—ne", koja se u binarnoj matematici opisuju brojevima 1 i 0, gde stanje zatvorenog kola (kroz koje protiče struja) odgovara *logičkom 1* a u stanje otvorenog kola (struja ne protiče) odgovara *logičkom 0*. Brzina odziva komponenta zavisi pre svega od vremena koje je potrebno elektronima da prođu kroz aktivni region — što je ovo vreme veće brzina je manja i obrnuto. Ovo vreme se može smanjiti na dva načina — ubrzavanjem elektrona ili smanjivanjem fizičkih dimenzija komponente, čime se skraćuje „put" koji elektroni treba da pređu. Kod integrisanih kola (čipova) minimelna veličina je određena pre svega lakoćom, odnosno ekonomičnošću proizvodnje. Pored toga, iako je tehnološki moguće napraviti čipove dimenzije manjih od mikrometra, postoji određena fizička granica ispod koje konvencionelne silicijumske komponente ne rade. Za komponente koje bi trebalo da rade ispod ove granice su potrebni novi materijali, a galijum-arsenid i *III—V materijali* zadovoljavaju oba kriterijuma.

Osobine poluprovodnika zavise od pokretljivosti njihovih elektrone u *energetskim zonama* (trekama) — potpuno popunjena ili potpuno prazna energetska zona nije u stanju da provodi elektrone. Na poluprovodnička osobine materijala presudno utiče nivo energije koju poseđuju energetske zone, danas je moguće, metodom zonskog inženjeringe napraviti poluprovodnike čije energetske zone raspolažu tačno određenim nivoime energije. Postojanja energetskih zona direktno proizlazi iz zakona kventne mehanike — u slobodnim atomima elektroni mogu da zauzimaju samo nivoe sa precizno određenim, diskretnim energetskim nivoima. Štaviše, jedan energetski nivo ni pod kojim uslovima ne mogu istovremeno da zauzmu dve ili više elektrona. Elektroni popunjavaju nivoe sa rastućom energijom, tako da su spoljni elektroni najslabije vezani, što im omogućava učešće u hemijskim vezema i zato se nazivaju *valentni elektroni*. Pri još višim energijama elektroni se sasvim otcepljuju od jezgra, i u tom slučaju i slobodni elektroni i neelektrisani atomi, ili joni, provode električnu struju. Stvari počinju da se komplikuju kad se veliki broj atoma, recimo silicijuma, organizuje tako da oformi kristal — tada se svaki atomski energetski nivo cepa u kontinualnu seriju nivoa i svaki elektron poseduje makar i neznatno drugačiju energiju kako bi sve ostalo u skladu

đaje koji rade na kvantnom nivou. Bez obzira na sve egzotične mogućnosti, galijum-arsenid i ostale III su bili i koji će ostati materijali budućnosti.

MANJIM ČIPOVIMA



Mikrofotografija rezonantne tunelujuće komponente koja koristi talasnu prirodu elektrona.

se Paulijevim principom isključivosti. Ovakva serija nivoa se naziva *traka* ili *zona*. Kao što diskretni elektronski energetski nivoi postoje u pojedinačnom atomu, tako postoje i energetske trake u kristalu.

Zamislimo da postepeno gradimo kristal dodajući atome jedan po jedan, elektroni će postepeno popunjavati trake, a najviša potpuno popunjena traka će se nazivati *valentna traka*, budući da elektroni koji se u njoj nalaze održavaju ceo kristal. Iza valentne trake se nalazi *provodna traka*, koja je u metalima delimično popunjena, a elektroni koji se u njoj nalaze su odgovorni za električnu provodljivost metala. Provodna traka u izolatorima je, naprotiv, potpuno prazna, a između nje i valentne trake se nalazi određeni energetski jaz koji onemogućava valentnim elektronima prelaz u provodnu traku. Poluprovodnici, već po samoj definiciji, leže negde između ova dva ekstrema: oni predstavljaju izolatore sa veoma uskim energetskim jazom. Kontrolom broja slobodnih elektrona, što se vrlo lako postiže, poluprovodnici se mogu načiniti bilo izolatorima bilo provodnicima, i upravo zbog toga imaju toliki značaj za elektroniku.

Najočigledniji način kojim se poluprovodnik može naterati da provodi je dodavanje energije koja je potrebna valentnim elektronima da preskoče energetski jaz i dospeju do provodne trake, ovaj način nema praktičnog značaja za elektronske komponente budući da zavisi od temperature. Drugi pristup se zasniva na dodavanju elektrona iz spoljnog izvora koji najčešće predstavlja namerno i dozirano unetu „nečistoću" u poluprovodnik. Pošto se primese mogu vrlo precizno dozirati i njihov efekat predvideti sa velikom sigurnošću, i budući da nema zavisnosti od spoljnih faktora kao što je temperatura, ovaj pristup se pokazao kao veoma efikasan i delotvoran. Primese koje se koriste se mogu podeliti na dve osnovne vrste: *donore* i *akceptore*. Donori u odnosu na poluprovodnik imaju jedan elektron više koji je slabo vezan i na sobnoj se temperaturi lako oslobađa i prelazi u provodničku traku poluprovodnika ostavljajući za sobom fiksirani pozitivni jon. Ovako „dopingovani" poluprovodnik se naziva materijalom *n-tipa*.

Drugi tip primese, akceptori, oduzimaju poluprovodniku jedan elektron iz valentne trake i obrazuju negativni akceptorski jon. Pošto zbog niske koncentracije primesa većina nivoa u valentnoj traci ostaju popunjeni, lakše je pratiti nepopunjene nivoe — ovakvi nepopunjeni, odnosno upražnjeni nivoi se nazivaju *šupljine*. U praksi se šupljine tretiraju na isti način kao i elektroni, tj. prave čestice se pozitivnim naelektrisanjem. Ovaj tip poluprovodnika se naziva materijalom *p-tipa*.

Energetski jaz između valentne i provodne trake nije jedini kvantno-mehanički efekat koji se javlja u kristalima. Šupljine i elektroni u poluprovodnicima se ponašaju kao čestice manje mase od elektrona, elektroni u galijum-arsenidu, na primer, imaju efektivnu (prividnu) masu od 0.067 u odnosu na masu slobodnog elektrona. Ako povučemo analogiju sa makro-svetom, to bi bilo isto kao kad bismo tenisku lopticu stavili u komoru u kojoj bi se ona ponašala kao ping-pong loptica. Pošto je ping-pong loptica lakša, njoj je mnogo lakše saopštiti ubrzanje; iz ove analogije proizilazi da elektroni u poluprovodniku lakše ubrzavaju nego slobodni elektroni. Ovaj efekat manje dolazi do izražaja u silicijumu, gde elektroni imaju efektivnu masu od 0.2 u odnosu na slobodne elektrone. Zbog toga galijum-arsenid pokazuje mnogo brže reakcije i pogodan je za gradnju bržih elektronskih komponenti.

Brzi galijum-arsenid

Galijum-arsenid i ostali III—V materijali mogu znatno da unaprede poluprovodničke komponente, koje se mogu podeliti u dve glavne kategorije. Materijali koji spadaju u prvu kategoriju, *bipolarne komponente*, koriste za rad i elektrone i šupljine. Najjednostavniji primer predstavljaju *p-n diode*, komponente koje propuštaju struju u jednom smeru, ali ne i u drugom.

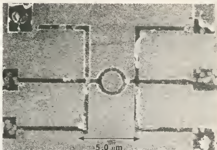
Komponente koje spadaju u drugu kategoriju koriste samo jednu vrstu prenosilaca — ili samo elektrone ili samo šupljine. Najčešći tip ovakvih komponenata je *FET* (Field Effect Transistor — Tranzistor sa efektom polja). FET se sastoji od dva tanka sloja poluprovodnika od kojih je jedan obogaćen primesama i provodi, dok je drugi čist i predstavlja izolator. Na provodni sloj su vezane dve elektrode nazvane *source* (izvor) i *drain* (odvod). Treća elektroda, *gate* (kapija), je odvojena od provodnog sloja izolatorskim slojem poluprovodnika. Pozitivan napon na gejtu prouzrokuje strujni tok niz kanal u provodnom sloju sa sorsa na drejn (nazivi elektroda se u stručnom žargonu koriste u transkribovanom umesto prevedenom obliku usled nedostatka strogo definisane stručne terminologije), ova struja se kontroliše menjanjem napona na gejtu. Ukoliko je napon na gejtu pozitivniji, utoliko više elektrona istiskuje u kanal i struja se pojačava, dok negativniji napon na gejtu povlači elektrone iz kanala i tako smanjuje struju.

Gejt je obično metal kao aluminijum ili poluprovodnik sa visokim stepenom primesa tako da provodi kao metal, npr. polikristalni silicijum. Poluprovodnički sloj se obično sastoji od silicijuma ili galijum-arsenida, izolator je obično silika (SiO_2). Takav tip poluprovodnika se naziva *MOSFET* (metal-oxide-semiconductor FET). U običnom ručnom satu se mogu nalaziti hiljade ovakvih tranzistora, u kompleksnijem integrisanom kolu, čipu, ih može biti i preko milion.

U najjednostavnijoj poluprovodničkoj komponenti napravljenoj od III—V mate-



Sofisticirani brzi GaAs tranzistor sa efektom polja — MESFET. Izdignuti regioni sa leve i desne strane predstavljaju sors i drejn, dok dijagonalna linija predstavlja gejt širine 50 nm.



Gejt na principu Aharonov-Bohm prstena pokriva veći deo površine. Kad je gejt negativno naelektrisan, elektroni bivaju izbačeni iz 2DEG ispod gejta i mogu da se kreću jedino po uskim pukotinama koje su raspoređene u obliku prstena.

rijala, izolatorski sloj je poznat kao „sloj sa istrošenim elektronima", a formira se usled toga što u galijum-arsenidu postoji veliki broj elektronskih *površinskih stanja* koja ne postoje u silicijumu. Ova stanja privlače elektrone iz donjeg sloja poluprovodnika, čime dolazi do formiranja regiona koji skoro uopšte ne sadrži slobodne elektrone, pa tako ne može ni da provodi. Ovakve komponente se nazivaju *MESFET* (metal-semiconductor FET). Metalni gejt je postavljen direktno na vrh sloja n-tipa galijum-arsenida. MESFET-ovi se već nekoliko godina koriste u mikrotalasnim kolima gde se radi sa frekvencijama koje su previsoke za silicijum.

Heterostrukture

Postoje, ipak, zanimljiviji i egzotičniji načini upotrebe galijum-arsenida od proste upotrebe u bržim konvencionalnim poluprovodnicima. *Heterostrukture*, komponente mnogo komplikovanije od MESFET-ova, poseduju regione sa različitim hemijskim sastavom, koji se obrazuju upotrebom sličnih materijala, na primer galijum-arsenid i aluminijum-arsenid i njihove legure. Svi ovi materijali imaju kristalnu strukturu, što omogućava „uzgajenje" tankih slojeva galijum-arsenida i, recimo, aluminijum-galijum-arsenida ($Al_xGa_{1-x}As$) jednog na drugom tako da se strukture poklapaju. To pomalo podseće na slaganje kutija za jaja tako da se udubljenja i ispupčenja poklapaju — ako se kutije malo razlikuju po veličini, ispupčenja i udubljenja se ne poklapaju sasvim, i struktura postaje nestabilna. Slično tome, ako se kristalne ravni ne poklapaju, provodni elektroni bivaju rastureni ili zarobljeni, čime se narušavaju elektronska svojstva komponente. Za obrazovanje ovakvih heterostruktura su neophodne specijalne i skupe tehnike kao što je organometalno hemijsko naparavanje.

Glavni razlog za upotrebu heterostruktura leži u činjenici da jedino one omogućavaju kontrolu kretanja elektrona. U heterostrukturama valentne i provodne trake različitih materijala imaju i različite energije. Na primer, dno provodne trake u aluminijum-galijum-arsenidu se nalazi na višoj energiji nego u galijum-arsenidu, a razlika iznosi oko 0.3 eV. Tanak sloj aluminijum-galijum-arsenida koji se nalazi iznad tankog sloja galijum-arsenida zadržava elektrone galijum-arsenida izuzev ako dobiju dodatnu energiju koja im je neophodna za prelaz u provodnu traku aluminijum-galijum-arsenida. Heterostrukture se koriste za pojačanje modulacije: konvencionalni materijal n-tipa sadrži donore koji obezbeđuju dovoljan broj elektrona za ostvarivanje provodljivosti. Fiksni pozitivni joni koji zaostaju za oslobođenim elektronima privlače i time rasipaju elektrone koji prolaze kroz kristalnu rešetku, što usporava elektrone i smanjuje efikasnost komponente. U materijalima sa pojačanom modulacijom, donori se nalaze u sloju n-obogaćenog aluminijum-galijum-arsenida smeštenom uz sloj neobogaćenog galijum-arsenida. Elektroni oslobođeni iz donora prelaze u galijum-arsenid gde gube energiju, razdvajanjem negativnih elektrona i pozitivnih donora obrazuje se električno polje koje teži da vrati elektrone nazad u sloj aluminijum-galijum-arsenida, međutim, energetski jaz koji postoji između provodnih traka dva materijala to sprečava. Sve što električno polje postiže je zgušnjavanje elektrona na granici dva sloja. Pošto su razdvojeni od svojih donorskih jona, „prebegli" elektroni su mnogo manje zgusnuti, i zbog toga mogu da se vrlo brzo kreću u samo dve dimenzije.

Elektroni uz granični sloj su toliko zgusnuti da se za njihovo kretanje moraju koristiti zakoni kvantne mehanike. To pokazuje da elektroni moraju da zauzimaju mali broj energetskih nivoa, kao elektroni vezani u atomu. Mada svi elektroni imaju istu slobodu kretanja u pravcu normalnom na granicu dva sloja, energije za kretanje paralelno sa graničnim slojem im se razlikuju i u tom pravcu mogu slobodno da se kreću. Ova pojava se naziva *dvodimenzionalni elektronski gas*, 2DEG.

2DEG se može obrazovati u FET-u postavljenjem metalnog gejta na vrh n-obogaćenog aluminijum-galijum-arsenida, koji u tom slučaju igra ulogu izolatora između gejta i kanala u galijum-arsenidu, kao i izvora elektrona za 2DEG. Ovakav sklop ima više naziva a najčešći su *MODFET* (Modulation Doped FET) i *HEMT* (High Electron Mobility Transistor — tranzistor sa visokom pokretljivošću elektrona), no bez obzira na naziv, reč je o najbržem postojećem tipu tranzistora. Pošto je rasipanje elektrona u njima znatno smanjeno, MODFET-ovi generišu i znatno manje električnog šuma, što predstavlja ključnu osobinu za mikrota-

lasne uređaje. Prvi uređaji široke potrošnje koji koriste MODFET-ove su prijemnici satelitskih TV-signala.

Najveći problem kod kvantno-mehaničkih komponenti predstavlja mala struja koju mogu da provode zbog male debljine 2DEG. Pored toga, na sobnim ili višim temperaturama, vibracije kristalne rešetke mogu da prouzrokuju rasturanje elektrona. Najveći problem, koji proizlazi iz ova dva, je u tome što kvantno-mehanička komponente najbolje rade na temperaturi tečnog helijuma.

Možemo li da odemo korak dalje i nateramo elektrone da se kreću samo u jednoj dimenziji umesto u dve? Odgovor je da. Za ovo je potrebno napraviti prorez debljine jednog mikrometra na sredini gejta i na tako nastala dva gejta dovesti negativni napon. Time se odbijaju elektroni koji dolaze iz donjeg sloja, čime se obrazuje uski kanal širine 25 nanometara ispod prozora gde dolazi do koncentracije elektrona. Ovi elektroni mogu slobodno da se kreću paralelno prorezu, ali zakoni kvantne mehanike ih sprečavaju da se kreću u drugim pravcima. Zbog toga se ovakve komponente nazivaju *kvantnim žicama*. Povrh svega, provodni kapacitet (konduktanca) zavisi od širine kanala, ali ne kontinualno već kvantno, u diskretnim stepenima čije vrednosti zavise jedino od elektronskog naboja i plankove konstante. Takve strukture su idealni kandidati za digitalne uređaje, ali za sada predstavljaju samo uvod u istraživanja koja predstoje.

Vertikalne strukture

Do sada opisane strukture se nazivaju *Horizontalne strukture*, zato što se elektroni kreću paralelno sa površinom. Analogno tome je moguće napraviti i *vertikalne strukture*, u kojima se elektroni kreću kroz graničnu liniju iz jednog materijala u drugi. Jednostavna struktura se sastoji od izolatorskog sloja aluminijum-galijum-arsenida između dva sloja galijum-arsenida, a ponaša se kao *rektangularna barijera*. Prema klasičnoj mehanici, elektron u galijum-arsenidu ne može da prođe kroz izolatorski sloj usled energetskog jaza. Pošto je širina barijere veoma mala, na scenu stupa kvantna mehanika: zahvaljujući svojoj energiji i brzini, elektron ima dovoljno izraženu talasnu prirodu, što omogućava prodor kroz energetsku barijeru.

Druga struktura se sastoji od sloja galijum-arsenida između dva sloja aluminijum-galijum-arsenida. U ovom slučaju elektroni bivaju zarobljani u „potencijalnom bunaru" (potentiel well). I u ovom slučaju se radi o tako malim dimenzijama da za izračunavanje dozvoljenih energetskih nivoa mora da se koristi kvantna mehanika. Ovi energetski nivoi su diskretni, slični onima u atomu, a „energetski bunar" predstavlja strukturu analognu jednodimenzionalnom atomu. Proračuni pokazuju da bi zarobljeni elektron morao da zauvek ostane u nekom od dozvoljenih nivoa, ali samo u slučaju kada se slojevi aluminijum-galijum-arsenida smatraju *beskonačno debelim*, u praksi se koriste vrlo tanki slojevi. I u tom slučaju elektroni mogu da tuneluju kroz barijeru, pa je zato ispravnije govoriti o *rezonantnom stanju*.

Ova činjenica ima iznenađujući efekat na transmisiju elektrona kroz rezultujuću dvostruku barijeru: ako elektron velikom brzinom naiđe na barijeru, postoji određena verovatnoća da će uspeti da prođe kroz nju. Moglo bi se očekivati da će proboj kroz dve barijere biti teži od proboja kroz samo jednu. To je obično tačno, i većina elektrona biva odbijena, ali ako energija elektrona odgovara energiji rezonantnog nivoa, svi elektroni prolaze kroz dvostruku barijeru, i nijedan ne biva reflektovan. Dvostruke barijera se, prema tome, ponaša kao energetski filter. Pomicanjem rezonantnog nivoa u odnosu na elektrone, može se formirati brzi prekidač, oscilator ili pojačavač.

Dvostruka barijera sa rezonantnim stanjem se koristi u *rezonantnim tunelujućim diodama*. Spoljni slojevi galijum-arsenida su n-obogaćeni, tako da daju elektrone, a barijere sprečavaju izlazak elektrona van sloja, tako da kroz diodu ne teče nikakva struja. Ako se na krajeve diode dovede napon koji elektrone gura u rezonantni nivo, elektroni mogu da prođu, i kroz diodu teče velika struja. Rezonantne tunelujuće strukture se mogu praviti i u 2DEG, pomoću MODFET-ova sa komplikovanijim gejtom. U tom slučaju, barijere nastaju usled negativnog napona na dva gejta pre nego zbog različitih materijala.

Kreiranjem sekvence različitih barijera, može se napraviti materijal sa specifičnom strukturom traka koja se naziva *superrešetka*. Superrešetka se obrazuje na isti način kao i regularna kristalna rešetka, ali uz jednu bitnu razliku: trake su znatno uže. Pored toga, superrešetka je jednodimenzionalna i njena struktura traka zavisi od dužine „energetskih bunara" i debljine barijera, što znači da je moguće praviti strukture superrešetki po željenim specifikacijama. Superrešetke imaju široko polje primene u optičkim aplikacijama, ali zato u elektronskim komponentama i uređajima nemaju široku primenu.

Sa smanjivanjem fizičkih dimenzija komponenti opada i broj aktivnih elektrona, a glavni cilj minijaturizacije je da se dođe do samo jednog aktivnog elektrona. Ovaj cilj je postignut tokom proteklih nekoliko godina u strukturama kontrolisanim *Kulonovom blokadom* (Coulomb blocade). Te strukture su tako male da samo jedan elektron može u jednom trenutku da zauzme uređaj – elektrostatička ili Kulonova repulzija među elektronima sprečava pristup drugim elektronima. Fizičari su razvili *elektronski ventil* koji propušta samo po jedan elektron svaki put kada se na gejt dovede naponski impuls. Većina komponenata danas koriste tunelujuće barijere, ali sama barijera nije poluprovodnik, već predstavlja oksidni film između dva metala.

Bez obzira na sve egzotične mogućnosti, galijum-arsenid i ostale III—V poluprovodnike prati reputacija *materijala koji su bili i koji će ostati materijali budućnosti*. Komponente i uređaji na bazi silicijuma još uvek rade toliko dobro da je upotreba galijum-arsenida ograničena na visokofrekventne uređaje kao što su prijemnici satelitskih signala ili radio-primopredajnici. Područje gde galijum-arsenid i ostali III—V materijali imaju najviše izgleda na uspeh je optoelektronika, s obzirom na sve veći značaj optičkih komunikacija. Minijaturne komponente kao što je MODFET, kao i još egzotičnije kvantno-mehaničke komponente bi ovde mogle da nađu širu primenu, mada inženjeri nisu baš oduševljeni uređajima koji mogu da rade samo na temperaturama tečnog helijuma. Fizičari rade na razvoju novih materijala koji bi prevazišli ove mane, a jedna od mogućih supstitucija za galijum-arsenid u MODFET-ovima je legura *indijum-galijum-arsenid*, koja ima nižu efektivnu masu. To znači da elektroni mogu lakše da se ubrzaju, provodna traka ima veću energiju, a kvantni efekti se lakše zapažaju. Ostalo je još mnogo toga što treba uraditi pre nego što ovakve komponente počnu da se ugrađuju u ručne satove, ali je takođe sigurno da će usput biti napravljena i mnoga uzbudljiva otkrića. ■

□ *Marko Kirić*

U srcu solarnog sistema

Očekuje se da će vatrene lopte koju zovemo Sunce nastaviti da nas greje narednih 5 000 miliona godina. Bez obzira na ovu relativnu sigurnost, ostaje nam da o Suncu još puno naučimo.

Solarni spektrometar na Birmingenskom univerzitetu u Engleskoj potvrđuje tačnost naših solarnih predstava. Namenjen je izučavanju sunčane kore merenjem oscilacija solarne površine. Njegovi proračuni su veoma bitni u proveri često konfuznih informacije koje stižu iz podzemnih laboratorija namenjenih „hvatanju" prodornih neutrina koji prelaze putanju od Sunca do istraživačkih stanica.

Birmingenski spektrometar omogućava precizno posmatranje sunčeve ekspanzije i pokreta, uz pomoć mreže instrumenata koji cirkulišu oko Zemlje. Otkrivanjem frekvenci sunčevih oscilacija naša slika o solarnoj strukturi postaće jasnija. Autor ovog projekta je profesor Džordž Ajsak a istraživanja obavlja HIROS grupa (za spektroskopiju visoke rezolucije), na školi za fiziku i svemirska istraživanja Birmingenskog univerziteta ■



Moć svetlosne alatke



Obrada materijala laserom

Izum star tek tridesetak godina, laser je postao istinska industrijska alatka za bušenje, sečenje i pripremu materijala. Danas dobija jednu novu ulogu: Za izuzetno fine obrade, istraživači i inženjeri usavršavaju nove tehnike u kojima laser služi za izazivanje lokalne hemijske reakcije koja menja površinu materijala. Tako se mogu izdubiti najfinije brazde, gravirati oblici prema unapred utvrđenim obrascima i oblagati materijali izuzetno tankim slojevima. Ove metode otvaraju sasvim nove perspektive u mikroelektronici.

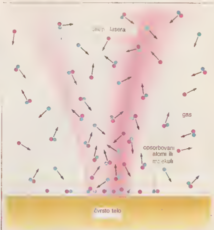
Posle kamenog, bronzanog, gvozdenog i najzad silicijumskog, da li zalazimo u optičko doba? Odgovor bi mogao da bude potvrđen, imajući u vidu izuzetno nagli naučni i tehnološki razvoj poslednjih godina. Ključni činilac ovih promena je aparat koji je ugledao svet pre tridesetak godina: laser. Počev od 1960. godine laser je širio svoja polje primene, najavivši svoj ulazak u brojne naučne oblasti, kao i u mnoga oblasti svakodnevnog života. Tako je postao nezamenjiv u spektroskopiji, hemiji, raznim merenjima, detekciji, hirurgiji, naoružanju, metalurgiji, umetnosti. Našao je svoje mesto kako u domovima tako i u najrazličitijim granama industrije (od metalurgije do mikroelektronike), u bolnicama, na gradilištima i u mnogim drugim sredinama. U svakom slučaju, primena lasera je često u sprezi sa aparatom, rođenim samo nekoliko godina pre njega — sa kompjuterom i njegovom produženom rukom — robotom.

Tokom poslednje decenije uverili smo se više puta u značaj sprege laser-kompjuter-robot u obradi i proučavanju površina materijala. O tome svedoči pojava laserskih alatki za sečenje i bušenje limova ili za obradu površina različitih posebno čvrstih materijala, ali i pojava laserskog čitača kompakt-diskova, aparata koji je u međuvremenu postao član mnogih domaćinstava. Istovremeno, istraživanja su ukazale na potencijalno bogatstvo primene spoja laser-kompjuter, proširenog za još jedan činilac — hemiju. Ovaj prošireni spoj će u narednoj deceniji dokazati svoju industrijsku primenjivost. I zaista, hemija otkriva dodatno polje primene za ovaj tehnološki spoj — mogućnost polaganja finih slojeva atoma drugih materijala na jednu površinu, kao i obrnuto, mogućnost skidanja sloja atoma.

Na primer, laserski svetlosni zrak, izazivajući razlaganje gasa na površini poluprovodnika ili keramike, izaziva takođe i taloženje atoma metala. Potom je potrebno samo pomerati laserski snop da bi se „ispisala" linija od metalnih atoma na površini. Sledeći logično iz ove ideje, nudi se i mogućnost polaganja atoma hroma ili bora na legure nikla modifikujući tako površinsku tvrdoću. Laserski zrak omogućava takođe vrlo precizno odstranjivanje materije sa neke površine, egzaktno bušenje rupa, dubljenje brazdi ili žljebova besprekornog oblika. Primena lasera može da stavi na potpuno nove osnove metode litografije i mikrolitografije.

Pojačana svetlost

Lako je shvatiti moguća bogatstvo primene lasera, kada se ima u vidu njihova raznovrsna ponuda na tržištu, vrste površina i materijala koji dolaze u obzir za obradu, kao i raznolikost hemijskih mehanizama. Ali i sami postupci su



Hemijska obrada površina proizilazi iz veoma heterogenih hemijskih reakcija koje se odvijaju u gasu, u čvrstom telu i na graničnoj površini između gasa i čvrstog tela. One se mogu razložiti na više etapa: kretanje gasa prema površini, adsorpcija, njegovo razlaganje (disocijacija) na samoj površini ili u njenoj blizini, reakcija i ponovo spajanje, odlaženje daleko od površine. Zavisno od slučaja, neke od ovih etapa se mogu izazvati ili ubrzati laserskim zračenjem. Ove brojne interakcije otežavaju proučavanje ovog fizičko-hemijskog mehanizma sa stanovišta fundamentalne nauke.

veoma različiti. Hemija koja proučava reakcije na površinama pod uticajem laserskog zračenja je kompleksna nauka. Laser izaziva ili ubrzava reakcije bilo jednostavno toplotnim dejstvom bilo tako što menja unutrašnje stanje molekula; vrlo često se ova dva mehanizma kombinuju. U kojoj meri je istraživačima pošlo za rukom da objasne elementarne reakcije i da razlože njihove sukcesivne etape? Nekoliko primera ilustrovaće njihov put ka otkrićima koja su od fundamentalnog značaja za kontrolu i izvođenje reakcija kojima najsavremenije vrhunska tehnologija počinje da se koristi.

Da bismo razumeli kako funkcioniše ovaj spoj hemije i lasera, razmotrimo prvo ključni činilac, sam laser. Reč „laser" je skraćenica za *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (pojačavanja svetlosti stimulisanom emisijom zračenja). Ona opisuje istovremeno jedan fizički mehanizam i aparat koji funkcioniše na bazi tog mehanizma. Do današnjeg dana, laserski efekt je zabeležen u stotinak i više različitih sredina (gasovitoj, tečnoj, čvrstoj). Laser je izvor elektromagnetnog zračenja koji emituje talase iste frekvencije, faze i pravca prostiranja. Aktivna sredina laserskog zračenja može da bude čvrsto telo (rubin, poluprovodnik), tečnost (obojeni rastvor) ili gas (ugljen dioksid, plemeniti gas).

Prema vrsti dejstva, načinu rada i prirodi materijala koji se uz njihovu podršku obrađuju, razlikujemo četiri vrsta lasera koji su danas u upotrebi: ugljen-dioksidni laser (aktivna sredina je CO_2), jonski laser (na bazi jona argona ili kriptona, Ar^+ i Kr^+), YAG-laser (laser sa itrijumsko-aluminijumskom granatom i sa dodatkom neodima), kao i laser na bazi jedinjenja plemenitih gasova (ArF, KrF ...). Još jedna vrsta se upravo pojavljuje na tržištu i verovatno će istisnuti neke od pomenutih tipova: diodni laser. Svaki tip lasera deluje drugačije i prema tome mu se poveravaju specifični zadaci. *Ugljen-dioksidni laser* emituje infracrveno zračenje talasne dužine 10,6μm, snažan je i daje bilo neprekidni bilo impulsni snop. Njegova osnovna primena je u sečenju materijala u markiranju

YAG-lesar daje intenzivni pulsirajući snop infracrvenog zračenje (talasne dužina 1,06μm). Moguće je udvostručiti frekvenciju zračenje i time, dakle, prepoloviti talasnu dužinu. Koristan je za iscrtavenje maski, ispisivanje linija i lokelno zavarivanja. *Jonski laser* amituje zračenje neprekidnog snopa u vidljivom delu spektra. Podasan je za polaganja metalnih treka, poprevke i redova na integrisanim kolima, kao i za polaganje filmove, uglavnom u pirolitičkim procesima. *Laser ne bazi jedinjenja plemenitih gasova* daje ultraljubičasti impulsni snop velike snege. On dejstvuje pretežno putem fotolitičkih procesa. Njegova primena je u domenu odstranjivanja i obrede materijala, u razmerema ispod jednog mikrometra. Na nivou fundamentaina nauke, njegov mehanizam interakcije sa obradivenom površinom nije sasvim jasan. *Diodni laser* je najnoviji u ovom nizu: iako je još pre nakoliko godina bilo moguće proizvesti infracrveni snop od nekoliko milivata, tek sade su se našli na tržištu leseri koji amituju neprekidni snop snage desetog dela vata. Diodni laser bi mogeo da konkuriše jonakom, ukoliko obećanja njegovih tvoraca u pogledu njegova pouzdanosti i dugog veka ne omanu. Napomanimo da je 1989. godina kompanija „Soni" prazentirala sistem graviranja putem diodnog lesera.

Suštinski kvaliteti koji čine laser teko dragocenim u brojnim oblastima neuke i svakodnevnog života su njegova *monohromatičnost* (amitovane svetlost je samo određene talasne dužine, odnosno obuhvata jadan veome uzak deo spektra telesnih dužina), njegova *usmerenost* (leser proizvodi tanek svetlosni snop koji se prostire u tačno određenom pravcu ne rasipajući se) i njegova *koherentnost* (emitovani svetlosni talasi imaju istu fazu). Dakle, iako nije ništa drugo do izvor svetlosti, iasar amituje svetlost koja nema mnogo zajedničkog sa svetlošću neka lampa. Iz ovoga proizilazi da je moguće, putem sistema sočiva, sakupiti svetlosni snop u žižu veoma malih razmera i tako koncentrisati svetlosnu energiju na jedno izuzetno usko polje dejstva, po dimenzijama uporedivo sa dužinom svetlosnog talasa — što će reći, sa delićem mikrometra. Uz ove prednosti treba napomenuti i širok izbor talasnih dužina (od intracrvene do ultraljubičasta), mogućnost svetlosnog impulsa različitog trajanja (od nekoliko femtosekundi — 10^{-15}s — do neprekidnog impulsa) i različite snege (u slučaju primana neprekidnog snopa, od milivata do nekoliko desetina kilovata, u slučeju impulsa, od kilovata do jednog teravata — 10^{12}W)

Međudejstvo lasera i materijala

Sa ovakvim laserima, naučnici imaju u rukama moćnu alatku kojom mogu da izazivaju i istražuju raznovrsna hemijska reakcije na površini između čvrstog tela i gasa (zovemo je još i graničnom ili kontektnom površinom gasa i čvrstog tela). Ove reakcije su uvek veoma kompleksne: potrebno je imati u vidu reakcije koja se odvijaju u čvrstom telu i ona koje se odvijaju u gasu, a neophodno je voditi računa i o specifičnim efaktima na samoj graničnoj površini, najzad, uticaja ima i jedan skup posebnih uslova, kao što su talasna dužina svetlosti, snage zračenja i njegovo trajanje.

Ovaj efekat nauci je odavno poznat. Još početkom šezdesetih godine istraživači su zapazili da je katalizacija hemijskih reakcija olekšana pod uticajem svetiosti. Tako je to na primer slučaj sa oksidacijom ugljen monoksida (CO) ili sa razlaganjem azotnog oksida N_2O na oksidu cinka (ZnO). Ali tek su sedamdesetih godina, sa stupanjem na scenu moćnih lasera, istraživanja u oblasti fotohemije površina zaista krenula sa mrtve tačke. Godina 1978. obaležana je početkom redova na metodi hemijskog taloženja para pod laserom, takozvanoj LCVD — metodi *(Laser Chemical Vapour Deposition)*, u vaćem broju američkih i japanskih laboratorija. Ova metoda je danas u širokoj upotrebi. Počev od 1980. godine, broj naučnih ekipa angažovanih oko ovih istraživanja naglo raste. Glavna sfera interesovanje ovih istraživanja je, naravno, primena ovih novih tehnika u mikroelektronici.

Početna tačka svakog međudejstva lasera i materijala jeste apsorpcija svetiosti od strane sredine. Do ove apsorpcije može doći u gasu, u čvrstom telu, ili na graničnoj površini između čvrstog tela i gasa. Apsorpcija elektromagnetnog zračenja od strane datog gasa zavisi u velikoj meri od talasne dužine zračenja. Molekul ili atom gasa, kada apsorbuje svetlosni foton, biva ili dovaden u pobuđeno stanje ili jonizovan. Pošto je kohazione sile datog molekula u funkciji stanja u kojem se on trenutno nalazi (a te sila će se promeniti, ako se, na primer, atom jonizuje), logično je očekivati da će i njegove hemijska osobine od toga zavisiti.

Čvrsto telo, sa svoje strane, takođe apsorbuje deo svetlosne energija. Usled apsorpcija fotona (i viška energije koju on sobom donosi) nekoliko elektrona u atomu je prinuđeno da napusti niža energetske nivoe (koji su sada svi popunjeni) i da pređe na viša energetske nivoe. Ovo dovodi do stvaranje parova „elaktron-šupljine" („šupljina") je mesto koje je lektron oslobodio na nižem energetskom nivou). Ovi parovi „elektron-šupljina" su nestabilni i sistem se oslobeda viška energije koji je doveo do njegovog pobuđivanja kroz razne više ili manja složene procese — podrazumevajući i razne poremećaja, vibracija atoma, itd. Ali na kraju se, u metalima i poluprovodnicima, energije para „elektron-šupljina" prenosi na njihovu kristalnu rešetku. Ovaj prenos se odigreva izuzatno brzo, u roku od nekoliko desetih delova femtosekunde. Neposredni rezultat je zagrejavanje čvrstog tela koja je osnova brojnih hamijskih reakcija, takozvanih pirolitičkih reakcija.

Zagrevanje i taloženje

U pirolitičkim reakcijama lasersko zračenje služi kao izvor termička energija i ova reakcije su čisto termohemijske prirode. Apsorbovano zračenje lokelno zagrejava materijal, a takođe i okolni gas. Reakcija započinje kada se dostigne potrebna temperatura, zavisno od materijala. To je, na primer, slučaj sa reakcijom razlaganja volfram-heksafluorida WF_6 u vodoniku H_2, koju su proučavali *D. Bojerle* i njegova ekipa na Univerzitetu u Lincu (Austrija, 1987. godine). Volfram (W) se taloži u skladu sa reakcijom: $WF_6+3H_2 \rightarrow W+6HF$ (slika br. 2). Ova reakcija (radi se o LCDV — reakciji) je veoma osetljiva na promena parcijalnog pritiska kako volfram-heksafluorida tako i vodonika. Tako, povećanje parcijalnog pritiske volfrem-heksafluorida (WF_6) sa 5 na 10 milibara povećava brzinu taloženja volframe (W) za 40%. Pošto je većina supstanci koje se koriste u ovoj reakciji u visokom stepenu toksične, ona se mora odvijati u hermetički izolovanoj komori. Za vreme taloženja volfrema pod kontinuirenim laserskim snopom u vidljivom delu spektra, u LCVD-postupku, istraživači su zapazili da reakcije započinje iznad određenog prega snaga laserskog snopa. Iznad pomenutog praga, taloženje je u početku veoma ubrzano, a potom raste sve sporije. Do ovog zasićenja dolazi bez obzira na snagu laserskog snopa, na odgovarajućoj temperaturi specifičnoj za dati materijal. Postojanje određene temperature na kojoj reakcija prestaje (ili se barem naglo usporava) je česta pojava u pirolitičkim reakcijama. Do toga dolazi usled činjenice što opada apsorpcija energije od strane sredine tokom taloženja, a što opet ima uzrok u tome što nataloženi volfrem raflektuje zračenja u većoj meri nego sam materijal. Zato veliki deo energija laserskog snopa biva reflektovan u okolni gas umesto da bude apsorbovan od strane materijala. Ovde smo svedoci tipičnog slučaja takozvane „negativne kontra-reakcije": što više reakcija odmiče, to se manje energije apsorbuje, temperatura zato opada i sama reakcija se usporava. Tako je nauka dobila i jedno korisno sredstvo za kontrolisano izvođenja pojedinih reakcija.

Ova metoda taloženja uz pomoć lasera je višestruko korisna, jer dozvoljava izvođenja eksperimenata sa visokom temperaturom u hladnoj sredini, na delu materijala vrlo ograničenih dimenzija. Tako je moguće realizovati taloženja neobično finih linija (širina nekoliko mikrometara metala, na primer volframa, na površini poluprovodničkog materijala, na primer silicijuma. Stručnjaci za elak-

gornji sloj bakra | akrilna smola | poliamid | donji sloj bakra

snop ultraljubičastog lasera

pokrovni sloj bakra

direktno ispisivanje

laserski snop

ispisivanje putem maske

maska

substrat | projektovani motiv

Šema jedne instalacije za hemijsku obradu pod laserom je veoma jednostavna. Za ispisivanje linija, kontinuirani laserski snop se fokusira na cilj (A). Cilj (površina koja se obrađuje) se pomera pod fiksiranim snopom. Ovako su iscrtane linije sa slike br. 2. Za višestruko iscrtavanje jednog te istog motiva laserski snop, obično impulsni, prolazi prvo kroz masku, potom kroz optiku koja ga skuplja, da bi najzad dosegao cilj (B). Obrađivana površina se pomera, korak po korak, između pojedinih impulsa.

Tehnika obrade površina putem lasera je već korišćena u proizvodnji nekih vrsta minijaturnih štampanih kola. (A): Vidimo kako ultraljubičasti laser skida slojeve smole i polimera koji nisu zaklonjeni bakrom. Odstranjivanje se vrši fotoličkom reakcijom koja direktno razbija hemijske veze. (B). Unutrašnji zidovi ovako probušene rupe su veoma strmi što doprinosi preciznosti rada štampanih kola.

troniku nameravaju da koriste taloženje putem lasera u opravkama defektnih integrisanih kola, nadajući se da će tako umanjiti postotak škarta svojstven proizvodnji najkomplikovanijih kola. Finoća kojom se ovo taloženje ostvaruje pod laserom čini ga neprevaziđenom tehnikom za ovakva opravke.

Ako se pirolitičke reakcije i mogu relativno lako opisati, to nije slučaj sa fotolitičkim reakcijama, u kojima laserski snop mnogo suptilnije modifikuje način na koji obrađivani materijal reaguje. Laserski snop je zaista u stanju da menja hemijska svojstva gasa, čvrstog tela ili same granične površine i on može da „interveniše" u jednoj ili više bitnih etapa reakcije.

Probuđeni atomi

Promene u hemijskoj reaktivnosti su povezane sa burnim menjanjem međuatomskih veza. Najjednostavniji slučaj je kidanje veze u molekulu gasa, putem optičkog pobuđivanja elektrona na „vezivnoj" orbitali (ona održava koheziju molekula). Taj elektron onda prelazi na „antivezivnu" orbitalu usled čega dolazi do raspada atoma koji čine molekul. Tako, na primer, dolazi do razbijanja molekula hlora Cl_2 putem zračenja talasne dužina kraće od 500 nm. Oslobođeni atomi hlora su veoma reaktivni i mogu uspešno da „napadaju" silicijumsku podlogu — tako dolazi do hemijskog odstranjivanja silicijuma od strane hlora. Ali, u ovom procesu mogu biti odlučujući i drugi činioci. Na primer, u slučaju nailaznih molekula, bitna je promena oblika molekula i promena konfiguracije elektronskog oblaka između atoma, što dovodi i do varijacija energije međuatomskih veza. Takođe, iako većina parova „elektron-šupljina" nastaje vrlo brzo, pošto prenese svoju energiju na kristalnu strukturnu mrežu ili pošto se svoje strane opet emituje foton (u tom slučaju se radi o fenomenu luminescencije), neki ipak imaju drugačiju sudbinu. Naime, tokom njihovog kretanja kroz čvrsto telo, pobuđeni elektroni i praznine mogu da naiđu na defekte u kristalnoj strukturi ili na nečistoće i tu da ostanu, „uhvaćeni u klopku", stvarajući na dotičnim mestima lokalna pobuđena stanja. To dovodi to jednog posebno zanimljivog povećanja hemijske reaktivnosti, ako se pobuđeno mesto nalazi na graničnoj površini između gasa i čvrstog tela. Kada je elektromagnetno zračenje u ultraljubičastom području, energija fotona može da bude dovoljna da jonizuje i samo čvrsto telo i elektroni bivaju izbačeni u gas. U određenim okolnostima, elektroni bivaju uhvaćeni od gasnih molekula, čiju reaktivnost onda modifikuju.

Zračenje može takođe da deluje na graničnoj površini između čvrstog tela i gasa, gde atomi i molekuli gasa bivaju adsorbovani u velikom broju. Uloga fotona je ovde mnogo kompleksnija nego što je to u čvrstom telu ili u gasu: on može da bude uzročnik tri različita procesa. Prvo, foton može da izbaci adsorbovani elektron ka čvrstom telu ostavivši jedan adsorbovani pozitivni jon. U drugom slučaju, foton može da pobudi elektron u čvrstom telu i da ga izbaci u adsorbovanu sredinu. U trećem slučaju foton uzrokuje pobuđenost adsorbovanog elektrona, to jest njegov prelazak iz osnovnog u pobuđeno stanje. Ova tri moguća stanja (pozitivni jon, negativni jon, pobuđeno stanje) karakterišu i različite reaktivne mogućnosti. Razmotrimo slučaj silicijuma u atmosferi od ksenon-difluorida (XeF_2), osvetljenog neprekidnim snopom argonskog lasera. U prvoj etapi ksenon-difluorid XeF_2 reaguje spontano sa silicijumom, čak i u mraku, da bi obrazovao fini sloj, pretežno od si-

licijum-trifluorida (SiF_3), koji nije sklon isparavanju. Ovaj sloj potom reaguje, te se obrazuju molekuli lako isparljivog silicijum-tetrafluorida SiF_4. Oni se odvajaju i dovode do odstranjivanja silicijumske podloge. U odsustvu svetlosti je ovaj mehanizam veoma spor. Kada je površina izložena laserskom snopu, do ubrzanog odstranjivanja silicijuma dolazi tek po dostizanju određenog praga snage zračenja, kako je pokazao F.A. Haul sa IBM-ovog Istraživačkog centra u San Hosou (SAD, 1983. godine). Istovremeno se zapaža i desorpcija, osim molekula SiF_4, onih od sorte SiF_3. Dok je nastajanje molekula SiF_4 nezavisno od snage laserskog snopa, dotle je broj SiF_3 molekula u rastućoj funkciji sa snagom istog. Ovo zapažanje ukazuje na činjenicu da se silicijum-trifluorid odvaja od površine jednim fotohemijskim procesom, čiji mehanizam još nije sasvim rasvetljen; izgleda da parovi „elektron-šupljina", kojih ima blizu površine, imaju u toma izvesno učešće, utičući na kohezionu silu.

Odstranjivanje materijala

Uloga elektrona u fotohemijskom procesu je sasvim očigledna u jednom drugom slučaju, gde oni ubrzavaju reakciju. Na primer, da bi se odstranio silicijum u sredini od hlornog gasa, nije dovoljno samo razbiti molekule Cl_2 u po dva atoma Cl. Potrebno je takođe da dođe do stvaranja parova „elektron-šupljina" u silicijumu, kako je to dokazala ekipa D. Bojerlea 1988. godine. Posle fotolitičkog razbijanja molekula hlora, pojedinačni atomi dosažu površinu, i tu se adsorbuju; neki od njih zarobljavaju svetlošću pobuđene elektrone silicijuma i formiraju jone hlora. Ovi joni mnogo lakše prodiru u čvrsto telo nego atomi hlora, te razbijeju Si—Si veze, stvarajući lako isparljive $SiCl_4$ molekule.

Kada se porede slučajevi odstranjivanja jednog te istog materijala, na primer silicijuma, uz pomoć gasova tako sličnih osobina, kao što su flour i hlor, postaje očigledna sva raznovrsnost izazvanih fizičko-hemijskih procesa kao i teškoća njihovog brzog i lakog objašnjenja. Ovi primeri ističu i sav značaj jednog važnog aspekta reakcija, prelaženja različitih hemijskih supstanci između gasa, granične površine i čvrstog tela. Kao prvo, reagensi bivaju ubrizgani u prostor u kojem se izvodi reakcija. Potom se jedan ili više reagensa adsorbuju na površini obrađivanog materijala, aktiviraju se pirolitičkim ili fotolitičkim putem, blizu površine ili u samom dodiru sa njom. Tada nastupe reakcije. Ponekad se produkti ove reakcije ponovo kombinuju, izazivajući sekundarne reakcije. Finalni produkti se kondenzuju na površini, a neki se odvajaju i izlaze van prostora odvijanja reakcije.

Fotolitička reakcija nisu interesantna samo zbog fenomena odstranjivanja materijala; one učestvuju i u mehanizmu LCVD postupka. Tako, pod ultraljubičastim zračenjem kratke talasne dužine (193 nm) Si_2H_6 se razlaže, te dolazi do taloženja silicijuma na površini. Fotolitička LCVD-reakcije imaju u načelu slab učinak, pa se zato teži kombinovanju fotolitičkih i pirolitičkih reakcija, kao što je to 1989. godine učinio G.S. Higaši sa laboratorija *AT&T Bell* iz Marej Hila, SAD, na primeru taloženja aluminijuma. U ovom slučaju, lasersko zračenje deluje prvo na adsorbovane molekule. Pobuđenost elektrona je praćena i novom konfiguracijom atomskih veza u molekulu. U daljem toku reakcije, ili će doći do prestanka pobuđenog stanja i povratka molekula na prvobitnu konfiguraciju, ili do razbijanja molekula i taloženja atoma aluminijuma na površini. Imajući u vidu izuzetno kratak vek pobuđenog stanja adsorbovanih molekula (verovatno samo nekoliko pikosekundi), mogućnost prestanka pobuđenog stanja (dezegzitacije) je daleko veća od mogućnosti razbijanja molekula, te je brzina taloženja veoma mala. Zbog toga, čim se formira dovoljno veliki oblak aluminijumskih jona na površini, reakcija se nastavlja pirolitičkim putem, sa daleko većim uspehom.

Osim što pobuđuju interesovanja na nivou fudamentalne nauke, fotolitičke reakcije su posebno značajne na nivou primene. U fotolitičkom procesu oblik laserskog snopa u potpunosti određuje geometriju površine koja se obrađuje. Dakle, samo ozračena površina je obuhvaćena ovim procesom. Sa odgovarajućom optikom, moguće je koncentrisati laserski snop na površinu prečnika samo nekoliko desetih delova mikrometra. Tako i pirolitički postupak omogućava, kao što smo već videli, pravljenje vrlo finih linija i crteža na obrađivanom materijalu, on je daleko od toga da dosegne preciznost fotolitičke reakcije. To je zato što se tokom pirolitičkog postupka termička energija uvek pomalo osipa van ozračene zone i teško je realizovati taloženje ili odstranjivanje materijala u dimenzijama manjim od nekoliko mikrometara. S druge strane, putem fotolitičkog razbijanja hemijskih veza pod ultraljubičastim zračenjem, uspešno su pravljani najtiniji crteži na organskim polimerima u živim tkivima.

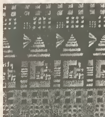
Osim toga, fotolitička reakcija su često veoma osetljive na intenzitet zračenja. Tako, putem zračenja ultraljubičastim laserom (koji koristi jedinjenja plemenitih gasova), a uz malu gustinu energije (ispod 200 mJ/cm²), stopa odstranjivanja materijala sa površine od poliamida, polimera od velikog industrijskog značaja, ne prelazi 0,1 mikron po impulsu, bez obzira o kojoj se talasnoj dužini u (ultraljubičastom) rasponu od 193 do 308 nm radi. Naprotiv, pri gustini energije od 2000 mJ/cm² stanje se menja: ako se radi o impulsima od 193 nm talasne dužine, stopa odstranjivanja će se samo neznatno povećati, dok u slučaju talasne dužine od 308nm dosaže čak 1,2 mikrona. Kontura „iscrtanog" motiva su uvek veoma oštra i precizna, pošto se reakcija odstranjivanja materijala ne odvija na rubovima laserskog snopa, gde je energija uvek nešto slabija, već samo u njegovom centru i to sa velikom efikasnošću.

Kako se postiže usmeravanje dejstva laserskog snopa, a radi taloženja ili odstranjivanja materijala prema željenom nacrtu? Tehnike kojima se ovo ostvaruje su vrlo jednostavne. U slučaju direktnog ispisivanja, odn. crtanja, laserski zrak (eventualno fokusiran) se emituje na obrađivanu površinu, koja se pomera u odnosu na snop. Ovo pomeranje kontroliše kompjuter, a on se može programirati za bilo koji nacrt, ma koliko složan on bio. Ovo direktno ispisivanje se obično postiže primenom neprekidnog laserskog snopa.

Ultraljubičasta dejstva

Ali, izvesne reakcija su izvodljive samo uz prisustvo takve svetlosti, čija se talasna dužina ne može postići laserima sa neprekidnim svetlosnim snopom. To je slučaj sa ultraljubičastom svetlošću, koju mogu da emituju samo impulsni laseri, na primer ultraljubičasti laseri koji koriste jedinjenja plemenitih gasova (ArF, KrF). S obzirom na njihov nešto drugačiji način dejstva i samo iscrtavanja na materijalu se drugačije ostvaruje. Snop prvo prolazi kroz masku koja predstavlja negativ željanog crteža, a potom kroz odgovarajuću optiku koja sažima svetlosni snop. Tako se dobija umanjena projekcija maske na površini materijala.

Pomeranjem materijala pred optikom, u pravilnim razmacima, može se dobiti onoliki broj crteža prema datoj šemi, koliko je to potrebno. Jasno je, dakle, da je mikrotretman osnovno polje primene hemijske obrade materijala pod laserom. Ispisivanje ili graviranje finih linija, bušenje izuzetno preciznih rupa, a sve prema unapred definisanoj konturi. Tim pre što veliki broj materijala može da bude obrađivan na ovaj način, a često druge metode nisu primenljive. Tako se mogu polagati trake različitih metala na poluprovodničku podlogu, izolatori (staklo, piraks) i keramika. Bušenje rupa prečnika nekoliko mikrona u keramičkim materijalima (inače lako lomljivim) postiže se bez teškoće hemijskom obradom pod argonskim laserom. Razni polimeri su takođe podesni za ovaj način obrada. Ova metoda je isto tako prilagođena izradi veoma finih struktura na superprovodničkoj osnovi na visokim temperaturama. Kao što vidimo, mogućnosti su brojne. I zaista, počinju da se javljaju prva primena u industriji, istiskujući klasična metoda litografije i obrade površi-



Do fotolitičke reakcije dolazi na onim delovima površine na kojima je svetlosni snop iscrtao mozaik. Sa ultraljubičastim laserom (koji koristi jedinjenja plemenitih metala) moguće je skupiti snop na dimenzije veličine nekoliko desetih delova mikrona. Osim toga rubovi obrađivane zone su oštri. Ovaj motiv je dobijen korišćenjem fotolitičke reakcije $Al(C_4H_9)_3$, a radi polaganja aluminijuma na materijal. Pošto je učinak fotolitičke reakcije slab, korisno je obradu nastaviti pirolitičkom metodom, kako bi se ubrzalo polaganje.

na. Tako je u avgustu 1988. godine kompanija „Simens" u Nemačkoj instalirala devet ultraljubičastih lasera u jednoj proizvodnoj liniji, namenjenoj produkciji minijaturnih štampanih kola. Laseri imaju zadatak da buše pravilne cilindrične rupe u izolatoru, pokrivajući potom unutrašnje zidove rupa tankim metalnim slojem. Rupe služe za električni kontakt između lica i poleđine pločice. Ova kola se koriste za novi Simensov modul multičip 7500 H 90.

Svima je očigledan značaj ove metode za elektronsku industriju. Svi giganti ove grane (IBM i AT&T u SAD, Simens u Nemačkoj, CNET u Francuskoj) imaju specijalne ekipe koje istražuju ovu tehnologiju. Laser bi mogao početi da igra značajnu ulogu u većini proizvodnih etapa, od sirove pločice silicijuma do gotovog integrisanog kola — kako u pogledu lokalne hemijske obrade, tako i u pogledu drugih ovde nepomenutih zadataka, kao što su sortiranje, izjednačavanje, provere kvaliteta i analiza manjkova. Treba pomenuti, da je u tom slučaju neophodno primeniti veći broj različitih tipova lasera, s obzirom i na ove raznovrsne zadatke, a zavisno od njihove snage (laseri slabe snage za kontrolu proizvoda, a oni velike snage za hemijsku obradu materijala), talasne dužine svetlosti koju emituju (prema željenoj sprezi molekule i zračenja, kao i prema potrebnom prostornom razlaganju) i zavisno od njihovog načina funkcionisanja (kratki impulsi za bušenje rupa, kontinuirani snop za ispisivanje kontura i opravku manjkavih integrisanih kola). Iako je danas za ovu tehnologiju prirodno najviše zainteresovana mikroelektronska industrija, postoje i druge oblasti primene, kao što je precizna mehanika, obrada raznih materijala od čelika do aluminijuma, ili stavljanje oznaka na optička vlakna i druge vrste kablova.

Industrijski prodor

Danas hemijska obrada materijala putem lasera tek počinja da prodire u industriju. Nema sumnje da će se ova metoda u narednim decenijama dalje razvijati. Ali, brzina kojom će se to odvijati zavisi od većeg broja faktora. Sa nekoliko izuzetaka (kao što je bušenje polimera i keramike), samo je dokazana izvodljivost nekih specifičnih postupaka. Zna se, na primer, da je moguće polaganje nekog datog metala na silicijum sa jedne strane i na izolator sa druge. Ali, treba dokazati da je moguće i polaganje kontinuirane trake metala preko oba materijala, stavljenih jedan uz drugi, bez nepravilnosti na graničnoj površini i bez modifikacija mehaničkih i električnih osobina. Potpuno razumevanje fizičko-hemijskih mehanizama koji su ovde u igri, posebno u toku različitih postupaka, nije uvek lako, danas je samo nekoliko elemenata sasvim razjašnjeno. Raznovrsnost mogućih mehanizama je tolika da to zahteva započinjanje brojnih mukotrpnih istraživanja, posebno u sferi fundamentalnih nauka. Što se tiče istraživanja u oblasti primenjene nauke, u toku su sistematske studije, kao i strukturalne, mehaničke, optičke karakterizacije.

Ali, uspešni prodor ove tehnologije u oblasti industrijske proizvodnje zavisi i od drugih činilaca, koje takođe treba ispitati. Ultraljubičasti laser zauzima posebno značajno mesto među projektima za industrijsku primenu. Ipak, neke od njegovih radnih karakteristika izazivaju nedoumice. Kao prvo, aktivna sredina (u ovom slučaju gas, KrF ili ArF) mora da se zameni posle 12 do 24 sati rada. S druge strane, uporedo sa laserom i kao njegove konkurencija u nekim domenima, postoje ultraljubičaste lampe. Ako su izazvani fundamentalni procesi isti, bez obzira da li je upotrebljena lampa ili laser (pod uslovom, naravno, da su talasne dužine odgovarajuće), onda će izbor između ova dva svetlosna izvora zavisiti od njihovih radnih karakteristika i njihove ekonomske isplativosti.

Hemijske obrada materijala pod laserom je mlada oblast istraživanja. Broj istaživača koji se bavi ovom temom počeo je eksplozivno da raste tek oko 1982. — 1983 godine. A 1989 godine u stručnoj literaturi se nalazilo preko osamdeset primera parove čvrsto telo — gas obrađenih sa stanovišta primenljivosti ove nove tehnologije. Ovo je takođe jedna multidisciplinarna tema koja zadire u optiku, fotohemiju, termodinamiku, fiziku čvrstih tela, elektroniku. Obećava mnogo, ali ipak je još daleko od naučne zrelosti. Još mnogo pitanja ostaje da se istraži i objasni. Usavršavanja novih tipova lasera doprineće verovatno boljem razumevanju fizičko-hemijskih procesa koji su u osnovi ove tehnologije. Eksperimantalno istraživanje bi najviše unapredio, a otvorio bi takođe nove i naslućene mogućnosti primene, laser sa promenljivom talasnom dužinom neprekidnog svetlosnog snopa, u što širem delu spektra. Ova mogućnost već postoji kod bojanog lasera (na bazi rastvora organske boje), ali samo za određene talasne dužine. Ona otvara polje sasvim novih efekata, kao što je selektivna hemijska obrada. Tada bismo mogli, na primer, kontrolisano da pobuđujemo samo ona molekule koji se nalaze u određenom stanju, podobnom za izazivanje neke specifična reakcije ili stvaranje neke supstance. A možda bi čak bilo moguće, u gasu sastavljenom od različitih komponenata, menjanjem talasna dužina laserskog snopa izazivati postupno veći broj reakcije.

Danas je još uvek veoma teško meriti elektronski nivo adsorbovanih molekula, razlikujući ih pri tom od materijala podloge. Sa laserom varijabilne talasna dužine, kao što je laser na principu slobodnih elektrona, mogle bi se tačno pratiti reakcija jednog gasa sa čvrstim telom i tako indirektno izvoditi zaključak o stanju molekule koji učestvuju u njoj. Tako se nauci nudi jedna nova vrsta spektroskopija. Verovatno će naučnici u bližoj budućnosti usavršiti i nove vrste laserskih izvora, kao što je rendganski laser. On bi bio u stanju da iscrtava na materijalu linija prečnika manjeg od jednog desetog dela mikrona. Ali ovo je već druge priča, pošto je pre izgradnje rendganskog lasera potrebno rešiti još neke tehničke probleme, kao što je teškoća fokusiranje rendgenskog snopa.

Posle tridesetak godina postojanja, laser izgleda aktuelniji no ikad, a budućnost će pokazati njegov značaj u potpunosti. Njegova mogućnosti su ogromne, posebno u oblasti hemijske obrade materijala. Ali, pred naukom je još dalek put, kako bi sva kapacitete ovog izuma iskoristila u potpunosti ■

□ *„La Recherche"*

Eksperimenti

Umanjeni model planete Zemlje

Naučni eksperiment ili neka vrsta ekološkog Diznilenda? Od 5. decembra 1990. godine osmoro ljudi živi u dobrovoljnom zatočeništvu u divovskoj građevini od stakla i tu će ostati sledeće dve godine. Iz nje nema izlaska, osim preko posebne vazdušne komore u slučaju krajnje nužde. Na ovoj drugoj Zemlji ljudi, životinje i biljke vežbaju kako da prežive. Svakako, iako mu je cilj samodovoljnost, ovaj veštački svet zahteva i tehničku podršku spolja — posebno najmodernije kompjutere. Druga „Zemlja" nazvana je Biosfera dva.

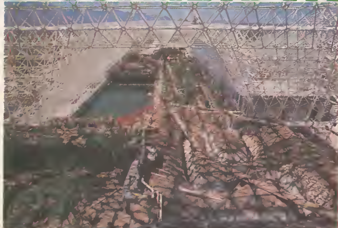
U podnožju planina Sante Katalina, na oskudnoj visoravni pedesat kilometara severoistočno od grada Taksona *(Tucson)* u državi Arizona (SAD), stoji jedna neobična staklena bašta. Jedna hala u obliku izdužene stepenaste piramide, pored nje stakleni svodovi u nizu i jedna kontrolna zgrada — sve je to međusobno povezano i smešteno na površini od otprilike jednog hektara.

U čelični kostur građevina ovog zasebnog sveta usađeno je i hermetički zavareno 6500 staklenih ploča, a terasasto tlo na padini zaptiveno je nerđajućim čelikom. Počev od petog decembra, ovo džinovsko staklено zdanje se može napustiti samo u krajnjoj nuždi, kroz specijalnu vazdušnu komoru. Zaista, čudan svet. Evo o čemu se radi. Stručnjaci su uz pomoć najnovije tehnologije pokušali da naprave umanjeni model naše planete Zemlje — Biosfere Jedan. *Stakleno kućište obuhvata kako tropsku šumu, okean, savanu i pustinju, tako i poljoprivredno zemljište i štaje sa stokom, sve u minijaturnom izdanju. Osmoro ljudi i nešto stoke treba puna dva godina da živi u Biosferi Dva i da se posveti svom opstanku u ovom majušnom svetu, bez ičije pomoći. Iskustva stečena na ovaj način doprineće boljem razumevanju našeg sveta, a u budućnosti će možda omogućiti stvaranje sličnih, još manjih biosfera na drugim planetama, na kojima bi na taj način mogle trajno da žive male ljudske kolonije.*

Zemlja na umoru

Projekt Biosfera Dva je neophodan za čovečanstvo, tvrde neki od njegovih pobornika, *zato što je Biosfera Jedan na*

BIOSFERA DVA



umoru. Čovek nije u stanju da se obračuna sa procesom sveopšteg zagađenja zato što ne zna odakle da počne i šta tačno da radi. Stručnjaci često nisu saglasni ni u pogledu prvenstvenog uzroka ovog ili onog vida zagađenja. *Efekat staklene bašte je idealan primer ovakve vrste problema,"* kaže *Karl Hodžis (Carl Hodges)*, rukovodilac Laboratorije za istraživanja životne okoline (*Environmental Research Laboratory*) Univerziteta države Arizone. *„Naša planeta se sve više zagreva, a naučnici i dalje raspravljaju da li povećani procenat ugljen dioksida u vazduhu ima neke veze sa tim i ako ima, u kojoj meri. U međuvremenu ovaj problem postaje sve ozbiljniji. Ali, zamislite jedan minijaturni svet u kojem bi se ova i druga pitanja mogla eksperimentalno istražiti, u kojem bismo imali kontrolu nad klimom, padavinama, lancem ishrane i zagađivačima. Tada bismo ovaj ili ona činilac menjali i utvrđivali posledice svake pojedinačne promene. Mislim da osnov čovekove poteškoće da shvati međuzavisnosti koje postoje na planeti Zemlji leži u činjenici što do sada nije poznavao neku drugu biosferu koju bi mogao da upoređuje sa svojim svetom."*

„Spes sveta" nije jedini cilj koji su sebi postavili izumitelji Biosfere Dva. Ovaj projekat je isto tako prvi početak u istraživanju mogućnosti da se kolonizuju drugi svetovi. *„Mnogi stručnjaci pričaju o budućim stalnim ljudskim nesaobinama na orbitalnim stanicama, Mesecu i Marsu, međutim, jednom se mora početi i sa eksperimentima,"* kaže arhitekta *Margaret Ogastin (Margaret Augustine)*, izvršni šef kompanije *Space Biospheres Ventures*. Kao krajnji cilj se posebno pominje Mars, planete najsličnija Zemlji, ali ipak negostoljubiva. Zbog niskih temperatura, retke atmosfere (100 i više puta je ređa od zemaljske), nedostatka kiseonika i vode duži opstanak neke ljudske zajednice na njoj bi bio moguć samo pod „staklenim zvonom". Potreban je sistem koji bi, bez snabdevanja se strane, obezbeđivao hranu, vodu i vazduh. Kada se u Biosferi Dva budu razvili i isprobali sistemi koji ovo omogućavaju, biće ponuđeni nekim ambicioznim tržišnim graditeljima budućih kosmičkih naselja.

Biosfera Dva je nastala kao zajednička zamisao arhitekta *Margaret Ogestin* i dvojice ekologa, *Marka Nelsona* i *Džona Alena*. Pre sedam godina, oni su zajedno radili na jednom projektu za Londonski ekotehnički institut, i tada im je pato na pamet pitanje kako li bi mogla da izgleda veštački napravljena Zemlja. Pošto su napravili prve skice, stupili su u kontakt sa naftnim magnatom Konzorcijum je za ovaj poduhvat obezbedio podršku i pomoć uglednih naučnih institute, posebno u oblikovanju pojedinih biotopa. Tako je, na primer, za tropsku šumu konsultovane botanička bašta Nju Jorka, za okean i vlažna predeta Smitonijanske institucija u Vašingtonu, za pustinje i savane časopis *US-Geological Survey*, a za obradivo zemljište Univerzitet države Arizone.

Ekološki avanturisti

Stvaranje kontrolisanog ekosistema u stvari nije nova ideja: sveka farma koja se stvara krčenjem šume ili otimanjem tla od pustinje, svaki perk koji nastaje među betonskim blokovima nekog velegrada je tekav jeden pokušaj. Ono što Biosferu Dva čini jedinstvenom jeste nastojanje da se veći broj različitih ekosistema smesti pod isti krov. *„Ako zaista želimo da shvatimo kako funkcioniše Zemlja,"* kaže *Bil Dempster*, jedan od rukovodećih stručnjaka, *„važno je uključiti što veću ekološku raznovrsnost u ovaj projekat. Ako bismo, recimo, sveukupnu površinu planete pretvorili u sevanu ili tropsku šumu, dobili bismo ekosistem koji ne bi bio sposoban da preživi. Tak međudejstvo menjih ekosistema omogućeva opstanek i funkcionisanje većeg."* Ali, kako to postići, kako izgraditi sadam različitih ekosisteme u pustinji Arizone?

Sveki od ekosistema projekta Biosfera Dva predstavlje poseban trijumf ekološkog inženjerstve. Uzmimo, na primer, tropsku šumu. Stručnjaci su prvo položili oko tri metra debeo sloj vodopropustljivog tla koje može da odvodi i veće količine padavina. Preko toga je došao metar mesnog alkalnog tla, kojem je dodato, da bi dobilo na kiselosti koja odgovara hemiji tla tropske šume, nekoliko kamionskih tovare tresetnica i organskog đubriva. U središtu je podignute betonska imitacija erodirene peščarske planine, koje podseća na brde u prašumi Venecuele. Na njenoj „visoravni" položeno je tlo i zasađena je mahovina i pepret, dok su u njenom podnožju smeštena desetak metara visoka amazonske stabla doneta iz botaničke bašte država Misuri. Ispod ovog drveća su se razmiele peprati i stabljike fikusa, biljke sklone senci i polutami prašume. Da bi se biljke zaštitile od prevelike topiote i svetlosti, bočni prozori su presvučeni slojem banana, đumbira, nestanjeni raljskim pticama. Biljke su donešena iz Venecuele, Puerto Rike, Belize, Gvajane i Brazila.

Po prvi put stvoren je veštački, celovit, zatvoren sistem prirodnih i kultivisanih površina, sa tekvim kružnim tokom vode, vazduha i tla kakav se nalazi u prirodi. Pri tome prirodni biotopi regulišu rezerva vode i vazduhe, dok kulturni biotopi obezbeđuju potrebnu hranu za stenovnike Biosfere Dva. Izvor energije je i u ovom slučaju sunce, koje u pustinji Arizone sija 340 dena godišnje, i ono totosintezom stvera biljne hrenljiva materije.

Biosfera Dva, ipak nije samodovoljna do te mere da se sve odvija prirodnim putem. Tako je, na primer, napuštena



prvobitna ideja da se i potrebe za strujom zadovoljavaju putem sopstvenih solernih ćelija. Pošto bi to bilo preskupo, struju za kompjutere, laboratorijske eparate, pumpe i druge uređaje obezbeđuje jedna elektrana na gas od 3,7 megavata koja se nalazi ven ovog kompleksa. Takođe bilo je neophodno ugrađivanje rashladnog sisteme, pošto intenzivno sunčevo zračenje prouzrokuje izvestan višek toplote. Kontrolisanje intenziteta zračenja putem sistema ekranizacionih zastora pokezalo se ubrzo kao veoma nepraktično takvim zamračenjem biljkama se uskrećuje svetlost koja im je potrebna za rast. *„U energetskom pogledu, ovo je otvoren sistem,* priznaja *Bernd Cabel (Bernd Zebel)*, inženjer elektrotehnike iz Minhene i rukovodilac građevinskih redova, *„ali sistem hlađenja sa najmodernijim tehnologijom rashladnih soli ekonomičan je koliko god je to moguće."*

I u drugim oblastima bilo je neophodno tehničke podrške prirodnim procesima da bi ovi mogli da se odvijaju. Tako doduše sunčeva toplota izaziva strujanje vazduha, koji se zagrejan diže iznad pustinje na jugu Biosfere Dva, da bi preko savane i okeana došao sve do oblasti prašume na severu, ali, potom ohlađeni vazduh neće sam od sebe da se vrati u oblast pustinja: to se može ostvariti jedino sistemom pumpi i podzemnih



šahtova. I u tropskoj šumi potrebna je pomoć tehnike kako bi se ostvarila kondenzacija vodene pare. U tom cilju, sa devetnaest metara visoke planine raspršuju se fine vodene kapljice, od kojih se stvara magla slična onoj koja vlada u južnoameričkoj džungli.

Prirodni biotopi druge Zemlje, sa njenim brojnim biljnim i životinjskim vrstama (oko 3800), osmišljeni su po ugledu na ekosisteme tropskih oblasti. Biljke su delom uzete direktno iz svoje prirodne sredine. Tako je celokupna močvara, zajedno sa biljkama, prenete iz močvarne oblasti Evergleјds u Floridi. Ali, najčešće su biotopi sintetizovani od sakupljenih ili posebno odgajenih vrsta sa raznih kontinenata. Tlo je opskrbljeno potrebnim mineralima i organizmima (insektima, crvima, bakterijama i slično). Tvorci ove „prirode" su pri osmišljevanju biotopa morali da vode računa o susednim biotopima. Tako pri pravljenju pustinja nije mogla jednostavno da se preuzme postojeća pustinja Arizona, već je trebalo, zbog visokog stepena vlažnosti vazduha u Biosferi Dva, doneti biljne i životinjske vrste iz Baha Kalifornije, sa pacifičke obale Meksika.

Zatočene bubice

Tvorci Biosfera Dva su posebnu pažnju poklonili izboru životinje oprašivača, kako bi bili sigurni da će tropska šuma kao i ostali deo Biosfere biti u stanju da se obnavlja. U početku se smatralo da pčela neće moći da obave taj zadatak zbog toga što prozorska okna zadržavaju ultraljubičasto zračenje koje je pčelama neophodno da bi pronašle cvetove. Međutim, pčele su se dobro snalazile u probnom modulu, tako da je Biosfera Dva sada stanište većeg broja različitih vrsta pčela, kao i muva, osa, leptirova, skarabeja, kolibra, pa čak i slepih miševa. Takođe su pažljivo birani insekti za obavljanje zadataka na suprotnom kraju životnog ciklusa. Termiti i bubešvabe su se pokazali kao veoma korisna životinja u uklanjanju otpadaka biljnog i životinjskog porekla. A da razmnožavanje insekata kojih ima oko 200 vrsta, ne bi izmaklo kontroli, tu su i brojne vrste ptica, guštera i žaba.

Iako su tvorci Biosfere Dva bili veoma pažljivi oko izbora životnih oblika koji bi trebalo da nasele pojedine ekosisteme, dešavalo im se i da izgube pregled. Za močvarski ekosistem, na primer, iz Everglejdsa u Floridi doneto je 140 uzoraka močvarnog tla (svaki nešto veći od jednog kvadratnog metra) sa živim biljkama. Takođe je doneta i veća količina vode iz močvara Floride, za komarce, ribe, gmizavce, ostrige, mangrove i druge biljke i životinje. *Ali, zajedno sa uzorcima zemlje i sa vodom donet je i veliki broj živih bića koja nisu bila predviđena za naseljavanje: razni mekušci, mikrobi i račići. Njih niko više ne može da pobroji.*

Najobazrivije su birane one biljke i životinje koje su namenjene poslednjem u lancu ishrane — čoveku. Vodeći računa o tome da se obezbede svi potrebni hranjivi sastojci (belančevine, razni minerali i vitamini, itd.), u poljoprivrednom biomu se uzgajaju preko cele godine stotine vrsta voća i povrća. Između ostalih i paradajz, zelena salata, kukuruz, pasulj, pirinač, pšenica, krompir, banane, smokve, jabuke, papaje, pa čak i kafa i šećerna trska.

Jedan od glavnih zadataka Biosferijanaca je održavanje ekosisteme direktnim, niskotehnološkim metodama. Nije moguće, na primer, sprečavati biljke i životinje da migriraju u susedne biotope, jer bi tako bili stvoreni novi i nepredvidljivi ekološki međuodnosi kakvi u prirodi ne postoje. Zato ljudi deluju kao graničari među biotopima, uništavajući one biljke i životinje koje se „polakome" i zađu u drugi ekosistem.

Kreativna oskudica

Biotopi su morali da budu prilagođeni prostornoj skučenosti koja vlada u Biosferi Dva. Jer, njena majušna tropska šuma nije u stanju da primi veće drveće, kao ni njena savana krupnije životinje. *Najveće životinje koje su ovde našle utočište su tri afrička Lemura.* Veštački okean se sastoji od jednog malog obalnog mora čija dubina dostiže desetak metara, ali zato se tu nalazi prirodni koralni greben, o koji udaraju veštački talasi.

U kompleksu prirodnih biotopa nalazi se oko 2000 kvadratnih metara kultivisanog zemljišta, na kojem će Biosferijenci sada stopedeset različitih vrsta voća i povrća. Njihov stočni fond obuhvata *patuljeste koze, vijetnamske trbušaste svinje i gvinejske kokoši.* Po uzoru na drevne Kineze gaje se pirinčana polje, ribe (vrste *Tilapie*) i vodene paprati *Azola*. Na lišću brzorastuće Azole žive modrozelene alge koje akumulišu azot i služe pirinču kao đubrivo, a Azolu jedu i ribe, a ribu ljudi.

Optimalno korišćanje sirovine i reciklaža — to su principi opstanka na ovoj modernoj Nojevoj barci. Voda i vazduh se mehanički i biološki prečišćavaju, otpaci se prerađuju u đubrivo i tako se ponovo uvode u ovaj biološki kružni tok. Tragove štetnih gasova, kao što su ugljenmonoksid i metan, razgrađuju bakterija koje žive u zemlji. Zaštita biljaka se ostvaruje bez upotrebe pesticida, sađenjem otpornih sorti, smenjivanje useva, obrađivanje tla i nastanjivanja korisnih insekata.

Stambena zgrada je istovremeno i kontrolni centar ovog veštačkog sveta. Pored stanova, prostorija za zajednički

boravak i kuhinje, ovde su smeštena i laboratorije, radionice i kompjuterski centar. Ovde, kao i u samostalnom kontrolnom centru van Biosfere stiču se podaci dobijeni posredstvom 2500 sondi, koja mere baš sve — počev od isparavanja vode sa površine nekog lista pa do temperatura vazduha u kancelariji.

Osam stanovnika Biosfere čine pravi međunarodni tim: četiri Amerikanca, dva Engleza, jedan Nemac i jedan Belgijanac. Pored laboratorijskih analiza, proveravanja mernih instrumenata i drugih tehničkih sistema i obezbeđivanja ishrane, slobodnog vremena za šetnje kroz tropsku šumu ili za plivanja u okeanu teško da će imati. Ovo osmoro ljudi će se pri oranju, sečenju, sejenju, mlevenju, pečenju, klanju, kuvanju i čišćenju, osećati verovatno više kao ljudi iz kamenog doba nego kao pioniri tehnološka ere. Međutim, Biosferijenci su vrhunski pripremljeni za ovaj poduhvat.

Bez beba, molim

Dr Roj Velford (*Roy Walford*), 66-godišnji lekar sa univerziteta u Los Anđelesu, odgovoran je za lekarski nadzor, sprovođenje programa ishrane i prvu pomoć. *„Računam na to da može doći do povreda, infekcija i trovanja, pošto smo prinuđeni da rukujemo sa mnogobrojnim uređajima, izloženi smo velikoj vlažnosti vazduha i živimo u jednom zatvorenom sistemu,"* izjavio je Velford. Ipak, uprkos rizicima i neizvesnosti, preliminarno izvedeni eksperimenti ukazuju na to da ovakav sistem može da opstane i preživi: dok se gradila Biosfera Dva, njen princip rada je uspešno isproban u jednom probnom modulu veličine deset puta deset metara. U njemu je Linda Lejg (*Linda Leigh*), učesnica ovog projekta, živela čak tri nedelje.

Od fizičkog zdravlja Biosferijenaca mnogo veće zebnje izaziva i mnogo je teže predvideti njihovo duševno zdravlje. Nijedan od kandidata nije bio — niti će biti — psihološki ispitan. *„Tradicionalni psihološki testovi nisu primenjivi u Biosferi Dva niti mogu biti od bilo kakve koristi,"* tvrdi lekar ekipe, Roj Velford. *„Naime, život u Biosferi Dva je vezan za sasvim nove okolnosti o kojima ne posedujemo nikakvo iskustvo. Mnogo je bolje pustiti ove ljude da žive i rade, kao i da sami rešavaju sve svoje konflikte, kako bi to uostalom i inače radili u svakodnevnom životu. Najzad, to i jeste namera ovog projekta: da se uspostavi jedan celovit svet koji će funkcionisati kao i onaj pravi, spoljni."*

Iako se pitanje eventualne romanse u Biosferi Dva gotovo nameće, učesnici projekta daju uvek isti odgovor: „bez komentara." Oni kažu da se njihov privatni život u Biosferi ne tiče nikoga do njih samih. Jedini uslov kompanije u ovom pogledu je: bez beba Biosferijanaca!

Velika briga su „veštačka pluća" Biosfere. Zbog svakodnevnog zagrevanja, vazduh u Biosferi se toliko širi da postoji opasnost da stakla popucaju. Da bi to bilo sprečeno, Biosfera je podzemnim tunelom povezana sa jednim cilindričnim mehom, koji može da primi do 25000 kubnih metara tog suvišnog vazduha. Druga „pluća" iste zapremine mogu u slučaju nužde da se priključe. Kada se vazduh ohladi, on biva putem ovog istog meha istisnut natrag u biosferu. Višemesečni testovi ovih „pluća" — sa ili bez poljoprivrednog kompleksa ili prirodnih biotopa — prošli su bez ikakvih nezgoda. Ali, uprkos zvanično izraženom optimizmu, postoji mogućnost da svi sistemi, funkcionišu besprekorno. Opasnost leži u brojnosti i složenosti tehničkih sistema, koji mogu da se pretvore u ahilovu tetivu celog projekta.

Od kapljice do okeana

Sistem hlađenja vazduha omogućava i održavanje vodenih rezervi Biosfera Dva. Ovaj veštački svet raspolaže samo ograničenom količinom vode i ni kap ne sme da se doda niti oduzme u toku ove dve godina koliko će trajati eksperiment. Kada se vazduh bogat vlagom ohladi, vodena para se kondenzuje na zidovima rashladnih cevi i kaplja u specijalne kolektore. Voda se potom vraća u ekosistem Biosfere Dva. U tropskoj šumi, na primer, voda se pumpa u bazen na vrhu „planine", odatle pada u vodopadu, zatim se kao reka vijuga kroz džunglu i savanu, da bi se najzad ulila u okean.

Okeanska voda je dosoljena do nivoa slanosti pravog okeana (prvobitna ideja da se u pustinju Arizone donesu veće količine prave morske vode napuštene je kao preskupa), a isparava kao i sva ostala voda u Biosferi Dva, uključujući se tako u kružni tok materija da bi se kasnije opet kondenzovala i vratila svom okeanu, preko vodopada, potoka i reke. Međutim, površina okeana je premala da bi voda što isparava držala korak sa vodom što se putem reke uliva u okean. Da bi se sprečilo izlivanje okeana, deo njegove vode se odvodi, oslobađa soli i kanalima vraća u bazen sa svežom vodom, na vrhu planine. So se potom vraća u okean. Voda što kontinuirano kaplje sa kondenzacionih cevi se skuplja i koristi za kuvanje, pranje, piće, kao i za potrebe laboratorija i radionica. Za svaki slučaj, a imajući u vidu da je put prirodnog — biološkog i mehaničkog — prečišćavanja mnogo kraći nego u spoljnom svetu, ova voda se dodatno filtrira i steriliše ultraljubičastim zračenjem. Svi ljudski otpaci idu u posebnu minijaturnu močvaru (životinjske i radne otpadne vode odvode se u drugu, zasebnu močvaru). Mikroorganizmi, biljke, insekti i žabe što nastanjuju močvaru, hrane se ovom otpadnom vodom, razlažu organske materije, dovoljno prečišćavajući vodu da može ponovo da se koristi za navodnjavanje polja u Biosferi Dva.

Naučna skepsa

U pogledu naučnog uspeha Biosfere mišljenja su još uvek podeljena. Istraživači su podeljeni na one koji smatraju da projekat nije ni od kakve koristi i one koji su ubeđeni da je izuzetno dragocen. *„To što oni nameravaju da urade je neverovatno,"* kaže Endrju Henderson (*Andrew Henderson*), istraživač Botaničke bašte grada Nju Jorka koji je skupljao uzorke za tropsku šumu. *„Drugo je pitanje, međutim, da li su oni u stanju da nađu odgovor na bilo koje od značajnijih pitanja današnjice. Najveći svetski ekološki problemi podrazumevaju takva goruća pitanja kao što je uništavanje tropskih šuma ili nestajanje mnogih životinjskih vrsta. Ne vidim kako ovaj projekt može da bude relevantan za ovo."* Čarls Hečinson (*Charles Hutchinson*), predavač na Univerzitetu države Arizone, takođe smatra da su tvorci Biosfere Dva uzeli u napad previše brojne i previše složene naučne probleme. *„Projekat je ogroman,"* kaže on, *„a imajući u vidu kompleksnost sistema koji oni nameravaju da kreiraju, ne vidim kako su uspeli da jasno utvrde međusobne odnose svih činilaca."* Čak i neki od učesnika projekta izražavaju izvesne strahove.

Dvogodišnje „putovanje u nepoznato" se smatra samo prvim u nizu brojnih eksperimenata. Kompleks zgrada i ekosisteme je predviđen da traje najmanje sto godina, a tako je i napravljen.

Tokom tog stoleća, tako se nadaju istraživači projekta Biosfera Dva, biće izvedeni brojni dragoceni eksperimenti. Nova vrste polena i semena bi se dodale flori Biosfere da bi se ispitalo u kojoj meri je genetske raznovrsnost neophodne za obezbeđenje opstanka ove ili one biljne vrste. Stalna i svaobuhvatna merenje postotka ugljenika u tlu, vazduhu, biljkama i životinjama omogućila bi nova saznanja o tome koliko odstupanja u klimi i lancu ishrane utiču na kruženje ugljenika. Padavine i temperature bi se kontrolisano povećavati i smanjivali u pojedinim biotopima kako bi se proučili i održali ekosistemi. U daljoj perspektivi, Biosfera dva bi mogla da posluži kao laboratorija za još agresivnije eksperimente: novi pesticidi i genetskim inženjeringom proizvedeni organizmi bi se prethodno ispitali u ovom minijaturnom svetu, pre nego što se bezbedno puste u upotrebu. Takođe bi se kontrolisano povećavao postotak ugljen dioksida u vazduhu kako bi se istražio njegov uticaj na nastanak efekta staklene bašte.

Biosfera Dva je privatni projekat koji je proizašao iz nekonvencionalnih ideja jedne pozorišne grupe. Kao takav, nailazi na neprihvatanje od strane dela zvanične nauke. Ali čak ako rezultati ovog projekta ne budu mogli da zadovolja striktne naučne kriterija, ovo je, ipak, jedna uzbudljiva avantura ekologije, filozofije, tehnologije i preduzetništva ■

□ *Priredio Bojan Petrović*

Biologija

Eko — sistem Australije

SPAŠENI EUKALIPTUS

Australija: to je tamo gde uspevaju kenguri, koale i eukaliptusi. Eukaliptus ne može bez Australije, koala bez eukaliptusa, Aboridžini su to znali, a mi tek sada prikupljamo njihova saznanja.

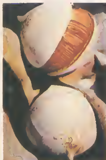
...A onda jednog dana, nezavisno od Eve i Adama, neki aboridžanski bog, samo njima znan rače — neka bude Australije i bi Australija Zemlja zaustevljene u vremenu.

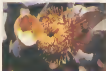
Dobrim delom potpuno odsečen od ostalog svete, ovej mali kontinent strpljivo je milenijumima izgrađivao i usavršavao svoje prastare eko-sistema, spokojno se smestivši pomalo u Atlantskom, pomalo u Indijskom okeanu. I sve je išlo svojim ustaljenim tokom. Polako, bez ikakve žurbe mali izdvojeni svet proživljevao je svoje rajske dane eve do 1770. i budućih godina.

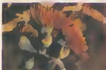
Kontinenti umiru daleko brže no što se stvaraju. Nekoma se desi meteorit, nekome tektonski poremećaj, a Australiji se desio Džems Kuk. I zbogom mali čudasni sveta. Evropa ja Kukovim otkrićem dobila kangure, koala i eukaliptuse, e Australija je izgubila daleko više. Na pitajući nikoge i nište potomci Eve i Adama su se doseljavali i resaljaveli, cunjali i istreživali. Da bi živali morali su da jedu, a jeli su — naročito kengure. Da bi živela i koale (Phescolarctos cinereus) moraju da jedu, ali šte? Njihovi dragi, veliki *aukaliptusi* jadan za drugim završavali su keo drvna greda.

E onda se neko pematno eetio, pa iz Evrope povrh svege doneo i per zečeva. A zečevi ko zečevi, daleko od svojih prirodnih naprijatelja, razmnožavali su se i razmnožavali brsteći sve oko sebe. Prasteri i specijalizovani eko-sistam, kakev je Australija, unošenjem neke nove životinjska vrsta nepripremljen i nemoćan jednostavno se ruši i nestaje. Da bi od najezda zečeva spasli što se spesti može, Evropljani se starog kontinenta dovleće psa i lisica. Oni su









Otvaranje cveta eukaliptusa

smanjili broj zečeva. Trebili su zečeve, ali su istrebili i *torbarskog vuka* (Thylacinus cynocephalus) što je daleko od dobrog. Sreća da se u današnjoj eri zaštite prirode stanje prilično poboljšalo, tako da su između ostalih i eukaliptusi odahnuli na veliku radost koala.

Slobodno možemo reći da je eukaliptus (Eucalyptus) najpoznatiji rod ovog kontinenta. Tačnije eukaliptus u većini slučajeva raste na jugozapadnom i jugoistočnom delu kontinenta. Ovo su predeli sa najumerenijom klimom, i tu eukaliptus učestvuje, kao edifikator u izgradnji tvrdolisne zimzelene australijske vegetacije. Svojom grandioznom veličinom on stvara u tvrdolisnim šumama specifičnu mikro-klimu (smanjuje osvetlost i toplotu, povećava vlažnost itd.) i na taj način reguliše ekstremne vrednosti ekofaktore, omogućavajući razvoj ostalih biljnih i životinjskih stanovnika šume. Eukaliptusove šume se penju i do 2100 metara gde grade zajednice sa drvolikim papratima i mahovinama. Snežni eukaliptusi *E. niphophila* i *E. pauciflora* rastu čak i na 2400 metara.

Neobično bogata vegetacija priobalja na jugozapadu kontinenta uslovljena je velikom količinom padavina (oko 1000 mm) što je posledica uticaja Indijskog okeana. Složeni međusobni odnosi koji omogućavaju stabilnost i opstanak ovih eko-sistema, doveli su do stvaranja karakterističnog i izuzetno funkcionalnog eukaliptusovog cveta. Po njegovom obliku i čitav rod je dobio ime: *EU-dobro, puno i CALIPTOS-prekrivan, obavijen.* Ovde cvet nije klasičnog oblika, i nema sve cvetne elemente. Latice nisu u funkciji primamljivanja (što je uobičajeno) već svojom fuzijom (srastanjem i otvrdnjavanjem) čine poluloptasti „poklopac" kojim štiti cvet od isušivanja i mehaničkih povreda. Kada sazri ova kaliptra (poklopac) puca jednom poprečnom brazdom i oslobađa veliki broj jarko obojenih prašnika. Cvetanje eukaliptusa, odnosno oslobađanje prašničkih filamenata, je svojevrsna eksplozija boja, koja retko može ostati neprimećena. Zahvaljujući živopisnosti kolorita Aboridžini Eucalyptus macrocarpa jednostavno zovu šareno drvo. Cvetovi nisu naročito veliki, oko 6 milimetara ali se javljaju u zadivljujućem broju. Vrsti *E. macrocarpa* veoma je bliska vrsta *E. miniata* koji se javlja na severnim obalama.

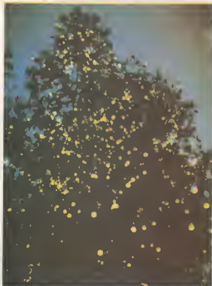
Dok kaliptra cvetova dosta variraju oblikom i bojom od vrste do vrste, prašnici su ograničeni na jake tople crvene, ružičaste i narandžaste tonove. Upravo ova crvenkasta boja prašnika je jedna od onih nevidljivih niti koje povezuju sve činioce jednog eko-sistema, stvarajući savršenu celinu. Tajna je u tome da su oprašivači eukaliptusa većinom ptice (npr. crvenokapa papige Purpureicephalus spurius), koja imaju izuzetno razvijeno čulo vida, i razlikuju daleko više nijansi pojedinih boja nego mi. Pošto su one glavni oprašivači eukaliptus je morao razviti način da ih privuče ka svom cvetu. Ove ptice svoju orijentaciju zasnivaju više na vidu nego na njuhu i upravo je to razlog jarke obojenosti prašnika. Crvena privlači ptica, one ovu boju dobro uočavaju u mnoštvu zelenila i nepogrešivo lete ka njoj. Leteći od drveta do drveta na svom kljunu prenose polenov prah i nehotice vrše oprašivanje. Bilo koja druga boja — plava ili zelena stopila bi se sa okolinom i ne bi imale tako jak efekat. Na istom principu zasniva se rasejavanja semena tise (Taxus baccata) čiji je „plod" (arilus oko semena) crven, mesnat i jedini neotrovan. Ptice privučene bojom sleću i gutaju semena sa arilusom ali ih ne svaruju — izbace ih i tako i neznajući vrše rasejavanje. Sličnost zatičemo i u južnoj Africi gde oprašivanje velikih crvenih cvetova strelicija (Strelitzia reginae) vrši kolibri.

Još jedna zanimljivost eukaliptusa je raznobojnost njegovog stabla, koja nastaje opadanjem kore u određeno doba godine. Ovo se dešava obično jednom godišnje u leto, ali to nije svuda pravilo. Kora se skida slojevito i neravnomerno, a različite boje pojedinih slojeva uzrok su veselom šarenilu stabla. Boja često zavisi od starosti kore. Ona spoljašnja (najstarija) obično je tamnobraon a unutrašnja (najmlađe) potpuno je svetla, skoro bela. Na jednom stablu se mogu zapaziti svi mogući prelazi od tamne ka svetloj. Lep primer spontane igre boja je stablo snažnog eukaliptusa E. niphophila stanovnika najvišeg vrha Australije Mount Kosciusko-a. Njegovo stablo izgleda kao da ga je neko namerno ofarbao.

U okrilju visokog, moćnog eukaliptusa kao tihi nenametljivi stanar naselio se mali, plašljivi torbarski medved koala. Od mogućih šesto vrsta ovog drveta koala se hrani lišćem sa svega desetak vrsta. Mada je lišće otrovno za sve ostale životinje ovaj torbarski medvedić ga jede u zavidnim količinama (to mu je jedina hrana), zahvaljujući simbiotskim bakterijama koje žive u koalinom sistemu organa za varenja gde vrše detoksikaciju otrova. Inače ovom torbaru tečnost iz listova sasvim je dovoljna — on nikada ne pije vodu. Aboridžini su dobro poznavali svoju zemlju i životinja sa kojima su je delili. Na njihovom jeziku *KOALA* jednostavno znači — *onaj koji ne pije*. Jedna aboridžinska legenda kaže da je tajna otrovnog lišća eukaliptusa zapisana na repu ptice Koobor, a zašto je baš koala privilegovan, to niko ne zna. Uglavnom nekada davno dečaku-koali bi dozvoljeno da svoju žeđ podmiri lišćem eukaliptusa, i on može, ako poželi, da izazove tako jaku sušu u kojoj će sve umreti sem njega i njegovih eukaliptusa. Kad-tad svi ćemo nestati, kaže priča ali, drvo će preživeti i održati u životu svoje štićenike. Sve u svemu, za nas je bolje da gajimo eukaliptuse, jer, možda upravo oni sadrže lek protiv jakog australijskog sunca koje u poslednje vreme izaziva vrlo ozbiljna oboljenja na koži svetloputih doseljenika.

Eukaliptus pripada familiji *Myrtaceae (mirte)* i redu *Myrtales*. On zauzima devedeset pet procenata australijskih tvrdolisnih šuma. *Folie eucalypti*-listovi i *Oleum Eucalypti*-ulje služi kao lek protiv malarije. Teorijski *E. amygdalina* može da dostigne visinu od sto pedeset metara, ali ovo nije potvrđeno. Ako su ovakva stabla ikada i postojala, davno su posečena. Njihov životni vek iznosi do hiljadu godina, ali najčešće ne žive duže od 400-500 godina. Uzimajući u obzir da im je prosečna visina oko osamdesat metara a obim stabla i do deset metara, ovi džinovi malog kontinenta ubrajaju se u najimpresivnije biljke sveta ■

☐ *Desa Đorđević*



„Novogodišnje drvo": Hiljade svitaca, svaki prosečno jednom u sekundi, svetlucaju u krošnji, upućujući poziv na parenje

Tajne bioluminiscencije

LUCIFEROVA DECA

Svet je pun živih generatora svetlosti: sami od sebe svetle bakterije, gljivice, gusenice, insekti, meduze, lignje, rakovi, ribe. U rukama naučnika ova hladna svetla prirode mogu da „rasvetle" neke tajne života.

Kade stigne lato prošetajta noću po okolini — bez obzira da li živite u gradu, na selu ili u blizini mora Najpre ćete uočiti svice, insekte poznate po svetlucanju za vreme njihovog vetrenog parenja U šumi, pečurke pod vašim nogame možda će svetleti zelenim sjajem Sa pleže ćete verovatno videti neke morske „svice". školjke, nbe, lignje, sundere i mejušne jadnoćelijske organizme

Hamijske reakcija koje stvaraju neobični fenomen svatljenje ovih stvorenje oduvek opčinjavaju naučnike Hladne svetlost koju proizvode živi orgenizmi nazive se bioluminiscancije — „bios" ne grčkom znači „život", a luminiscencija je svetljenje bez povišenje temperature, odnosno grejanja Sve doskore, misteriozna hladne svatlost smatrane je samo ze kuriozitet Danes, međutim, naučnici je primoreveju de funkcioniše u njihovim laboretorijame Zahvaljujući tome oni su ustanovili de bioluminiscencije može de otkrije bekterije u mleku, količinu redioektivnog zračenje, nečin delovanja ćelija u mišićnom tkivu, pa čak i toksičnost hemikalija

Bioluminiscencije je češća pojave među životinjame nego među biljkama Oko četrdesat redova (grupa) životinja stvereju sopstvenu svetlost, od kojih svaki sadrži barem jednu vrstu Najveći deo ovih životinje su jednostevne stvorenja, insekti, meduze ili gusenica Riba su jedina luminiscentne životinje koje imaju kičmu· nijedne vrsta ptica, gmizevaca, sisara ili vodozemeca „ne zna" keko da svetli

Zašto je prirode udesile da neki organizmi svetle? S obzirom de neki drugi, slični orgenizmi sasvim lepo mogu da prežive bez luminiscencije, zašto svetljenje karakteriše samo ove naročita stvoranja? Ovo pitanje je dugo zbunjivalo neučnike, i, tečan razlog zbog koge su neki orgenizmi razvili „moć sijenje" još uvek je misterije

Lignje i ribari

Jeste li znali da postoje gusenice koje sjaje? To zeprevo i nisu prave gusenice nego nesazrala larvalna forme mušica koje žive u pečurkema Njihovo naučno ime je *Mycetophilidae* One žive obešene u prozirnim cevčicame ne plafonu pećine Lepljive niti koje vise ispod njih, nelik su lepljivim trakama za muve Kada se namamljani gladni insekt ulapi u niti, bive povučen negore, i to je hrana za svetleću lervu

Ispod površine okeane možemo naći više prirodnog svetle nego na kopnu Uz severozapadnu obalu Portorike nalazi se zaliv koji u mraku svetli zelano-belim sjajem To sablasno mesto naziva se *Fosforescentni zaliv* Tvrdi se da svetli tako jako de se noću, bez veštačkog svetla vide cifre na ručnom časovniku.

Uzrok ovog osvetljenja su bilioni žućkastih jadnoćelijskih biljaka čije je ime

dinoflagelata. Kada se jednom uznemire, ove biljke žmirkaju i mešu naokolo „repovima“ debelim kao konac. Centar za pomorske sisteme iz Sen Dijega načinio je mape bioluminiscentnih biljaka u svim svetskim morima kako bi američke špijunske podmornice izbegle rizik da budu otkrivene zbog neočekivanog „osvetljenja“. Dakle, ovo je sasvim ozbiljna pojava.

U proleće duž obala Japana vide se svetla deset centimetara dugih lignji čije je ime *Njatesenia scintilans*. Lignje koriste svetlost da bi našle drugu lignju, radi parenja. U toku noći uspinju se do površine i plivaju naokolo, dok njihovo telo treperi plavo-belim svetlom. Ali ova svetla ne privlače samo druge lignje nego i — ribare.

Bakterije su najmanji organizmi koji mogu da svetle. Neke od njih velike su samo hiljaditi deo milimetra, odnosno jedan mikrometar, ali se mogu videti pod mikroskopom. Milioni bakterija koje svetle u mraku obaveštavaju grabljivice o svom prisustvu.

Ali zbog čega neki organizmi uopšte svetle? Bez obzira da li služi kao mamac, upozorenje ili poziv na parenje, „hladnu svetlost“ proizvode naročite hemijska jedinjenja koja se nazivaju *luciferini*. Ovi molekuli stupaju u reakciju sa kiseonikom u prisustvu specijalnih enzima zvanih luciferaze. Enzimi su, kao što znamo, belančevine koje nastaju u ćelijama u telu, izazivaju hemijske reakcije, a lako ih razara toplota. Luminiscentne životinje luče luciferin i luciferazu iz odvojenih žlezda u organizmu.

Luminiscentna stvorenja se nazivaju *fotofore*, od grčkih reči „fotos“ (svetlost) i „foreus“ (nosač). Fotofore, dakle, znače „nosilac svetlosti“ ili „lučonoša“, isto to znači i „lucifer“, od latinskih reči „lucis“ (svetlost) i „faro“ (nositi). „Lucifer“, kao što se sećamo, jeste „lučonoša“ ali i „vođa đavola“, ili u katoličkom verovanju sam „đavo“, „vrag“. Na sličnu, „demonsku“ prirodu živih svetele prirode ukazuju i nazivi supstanci luciferin i luciferaza.

Svaki organizam proizvodi svoju sopstvenu vrstu „hemikalija sjaja“, kako je nako nazvao luciferin i luciferazu. Kod svitaca, na primer, ove hemikalije su drugačije nego kod račića. Svetlost ne može da se dobije kombinovanjem luciferina iz jedne vrste životinja i luciferaze iz druge vrste. One se, jednostavno, ne „uklapaju“, baš kao što su nespojivi komadići iz dve različite slagalice.

Svici u laboratoriji

Naučnici su otkrili da se sjaj svetlosti kontroliše uz pomoć jednog važnog molekula nosioca energije koji postoji u svakoj živoj ćeliji: adenozin-trifosfata (ATP). Ovaj molekul je osnova svakog životnog procesa: on daje energiju za rad, rast, ili za zaceljenja svake rane. Kada se luciferin i luciferaza pomešaju u epruveti sa ATP, nastaje svetlost čiji je intenzitet srazmeran količini ATP. Ovo otkriće je naučnicima pružilo mogućnost da testiraju prisustvo ATP, mogućnost da istražuju sam život.

1961. godine doktor *Viljem Makelroj* sa Univerziteta Džons Hopkins otkrio je kako da sintetizuje luciferin svica. Ovo otkriće igra sve veću ulogu metoda u različitim istraživanjima, pošto naučnicima omogućuje da „osvetle“ sam život. Ali, enzim luciferaza može da se dobije jedino od pravih svitaca. Kada se jednom ATP ukloni iz svica, ekstrakt insekta svetli svaki put kada se smesti na zdrave ćelije organizma — zbog toga što ćelije same stvaraju ATP. Ali kada se ekstrakt svica stavi na kancerozne ćelije, proizvodi se veoma malo svetlosti. Na ovaj način svici mogu da pomognu kod otkrivanja raka.

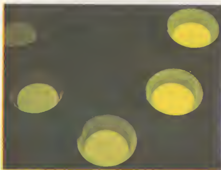
Iste hemijske reakcije koje proizvode svetlost kod svica omogućuju da se otkriju bakterije u mleku. Mlekare se trude da obezbede preradu mleka u sredini bez bakterija. Sirovo mleko se redovno testira da bi se ustanovio broj bakterija. Adenozin-trifosfat skraćuje vreme potrebno za merenja količine bakterija sa

Tri funkcije bioluminiscencije: 1. PRIVLAČENJE ŽRTVE: mamcem, kao što to čini dubinska riba-pecaroš (A), fototropizmom, kao kod larvi komarca Rolltophila (B), koje luče svetleće niti; 2. MEHANIZAM ODBRANE. zastrašivanjem naglim bleskom, kao meduza Aequarea aequorea (C), negativnim fototropizmom, kao meduze, lažnim kretanjem, poput račića Cypridina (D), koji u vodu izbaci svetleći oblačić luciferina i luciferaze pa zbriše, signalima uzbune, kao dinoflagele Gonyaulax (E), koje tako reaguju na prisustvo grabljivica, izazivajući svetljenje mora, kamuflažom, poput ribe Porichthys myriaster (F), koja se sva „uporadi“, ili ribe Leioguathus (G), čiji donji deo svetluca, pa je grabljivice odozdo ne vide (svetljenje potiče od luminoznih bakterija koje se skupljaju na njenom stomaku); 3. SREDSTVO KOMUNICIRANJA. luminiscencija omogućuje da se vrste prepoznaju, kao kresnica sa Bermudskih ostrva (H), koja prilikom polaganja jaja izvodi pravi ples vatre

dve dana na trideset minuta! Bez obzira da li pomaža astronautima da izbegnu zagađenje kosmičke letelice gorivom, ili omogućuje lakše postavljanje dijagnoze kod raka, bioluminiscencija ima sve veći značaj.

Ali, odakle uopšta naučnicima svici? Istraživač *Sepo Kolehmajnen* iz korporacije „3M" iz Minijapolisa, koja proizvodi bioluminiscentne materije, ukazuje da to nije ni malo jednostavno pitanje. Korporacija je, na primer, pokušala da angažuje stanovnike jednog indijanskog sela da prikupljaju svice, kojih u blizini ima u izobilju. Ali, Indijanci su odbili da to rade, zbog toga što veruju da svici potiču iz prstiju na rukama i nogama umrlih. Za lov na svice angažuju se i deca, koja sa mrežama obilaze okolinu. Kompanija „3M" na taj način dobija, uz pristojnu novčanu naknadu, pola miliona svitaca godišnje.

Pod lupom nauke: Što se više adenozin-fosfata doda smrvljenim „fenjerima" svitaca, to masa sve više svetli



U međuvremenu, kombinacija luciferina i luciferaza nalazi sva viša primene u naučnim i medicinskim istraživanjima. Odskora se uz pomoć tih supstanci ispituje bakterijski sadržaj u urinu. Smesa luciferina i luciferaze se, jednostavno, stavi u uzorak, i intenzitet svetljenje ukazuje na količinu bakterija.

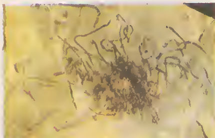
Isto tako, uz pomoć ovog jedinjenja može da se utvrdi otpornost bakterija na antibiotike. Ukoliko je, naime, antibiotik jači, on ubije više bakterija — čime smanjuje nivo ATP, odnosno intenzitet „hladnog svetla". Kod ispitivanja rezervi krvi u medicinskim ustanovama, degeneracija krvnih ćelija — ispuštanje ATP, odnosno njihovo energetsko slabljenje — može se uočiti po smanjivanju intenziteta svetla kada se u uzorak unese smesa luciferina i luciferaze.

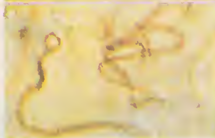
Rasvetljavanje misterija bioluminiscencije, kao što vidimo, pruža sva veće koristi u svakodnevnom životu i u nauci. Živi svetionici prirode možda jesu Luciferove deca, kao što je jednom neko napisao, ali njihovo pravo lice daleko je od toga da bude đavolsko. ■

□ *Esad Jakupović*

Paleontologija

Tehnike istraživanja





Telo meduze sadrži devedeset procenata vode. Čak i takav organizam može procesom bakterijske fosilizacije ostati sačuvan. Na slici je meduza iz trijasa, stara oko dvesta miliona godina.

Skupljanje izvorne paleontološke građe na osnovu koje nastaje slika evolucije predstavlja veliko naučno umeće. Donošenje zaključaka o dalekoj prošlosti, na osnovu te iste građe, još je teži naučni zadatak koji se katkad graniči sa kreativnošću umetnika. Ali, pre naučnika, put paleontoloških otkrića utvrdile su bakterije, svojim učešćem u dragocenom procesu fosilizacije.

ŠTA ČUVAJU BAK

Strastveni rad na dešifrovanju mutne slike daleke prošlosti živih bića na našoj planeti, otkrivanje i iskopavanje nestalih svetova, rekonstrukcija bivšeg života, to je isključiva privilegija arheologa i paleontologe. Danas ne postoje nauke koje su tako hrabro u samom startu istraživanja osudila sebe na nedostatak informacija, kao što su to bez posebnog kompleksa učinile ova dve naučne oblasti u kojima ključni element naučnog rade predstavlja strpljenja. Strpljenje u pronalaženju i analizi fosilnih ostataka sasvim je umesno, s obzirom na to da je priroda ovu građu čuvala, recimo, stotinama miliona godina. Osim toga, strpljenje paleontologa nagrađeno je posebnom privilegijom, privilegijom poznavanja života čija suština daleko prevazilazi kratak period od pojavljivanja čoveka na ovomo.

Prisustvo čoveka u prirodi progresivno se povećava tek od nedavno. I pre i za vreme njegovog boravka na planeti flora i fauna se neprestano menja, a svedočiti o tim promenama možemo samo posredno, naročito ako pokušavemo da nešto više zaključimo o nestalim svetovima, recimo o dinosaurusima. Ponekad je trag daleke prošlosti nadomak ruke, kao, recimo, na zapadu Amerike na čijem su tlu ostaci dinosaurusa bili nepregledni i očigledni. Čak i tada naša saznanje se akumulira sporo, u ovom slučaju tek od polovine devetnaestog veka. Iako se do pouzdanih evolutivnih činjenica ne osnovu obilne građe dolazi veoma teško, ovakve okolnosti istraživanja u paleontologiji su perfektne. Naime, fosilizacija čvrstih elemenata organizama kao što su skelet, oklop, ljuštura i slično, je sasvim običan, gotovo neplemenit proces. Obilje evolutivnih nedoumica i paleontoloških zagonetki posledice je činjenice da je fosilizacija mišića, unutrašnjosti organizme, kože, i drugih, mekih delova tela, kao i fosilizacija organizama mekušaca, zaiste pravo čudo. Fosilni ostaci mekušaca, meduza ili crva recimo, nalaze se vaoma teško i retko, jer, prirodna konzervacija ovih organizama, za razliku od čvrstih elemenata, traži izuzetno složene okolnosti.

Naučni doprinos mikroba

Najveći deo paleontološke istraživačke građe čine čvrsti delovi organizama, pa je posebna zagonetke svet onih živih bića koji u sebi ništa čvrsto ne sadrže, a bez kojih slika evolucije ne postoji. Srećom, paleontologija raspolaže i fosilnom građom ovih mekih elemenata, i to najviše zahvaljujući „naučnom radu" mikro-

ba. Ključni proces konzervacije mekušaca sadrži se u stvaranju mikrobskog omotača koji je umrli organizam tokom stotina miliona godina čuvao kao građu za naša naučna pogleda na evoluciju. Dekompozicija organskih materija „odnosi" najveći deo mekušnih organizama, ali, srećom, ponekad se desi da se prirodni lanac razlaganja zaustavi. Aktivnošću različitih mikroorganizama tada dobijamo čudesan rezultat, recimo, neobično očuvanu drevnu meduzu, obmotanu slojevima mikrobnog štita, i spremnu za naučnu analizu.

Naša saznanja o istoriji života apsolutno zavise od paleontološke građe, fosilnih ostataka, zaostavština koja najčešće nije celovita i koja je tokom duge konzervacije u stenama prilično izmenjena. Danas je istraživanje mekušaca u paleontologiji nešto poput modnog trenda koji postaje čak i stvar prestiža. Do skora su ova paleontološka saznanja smatrana izuzetkom od pravila neznanja, uprkos svesti o njihovoj važnosti. Prvi veliki naučni skup posvećen fosilnim ostacima mekušaca i mekih ostataka živih organizama, održan je u Londonu, 1985. godine, i na tom skupu naglašeno je da sva saznanja o evoluciji ne možemo graditi bez znanja o fauni prekambrija (pre više od 570 miliona godina), a njih bez ovih fosila. Klasična evolutivna konzervacija u saznanju o najdaljim biocenozama nije od pomoći.

Složenost biološkog konteksta, odnosno fizičko-hemijskih uslova mikrobska intervencija zahteva koordinaciju tri naučne oblasti, saradnju paleontologa, geologa i geohemičara. Stvari su zaista komplikovane i interpretacija ovog evolutivnog aspekta traži i posebna znanja i posebne tehnike. Pri tome, fosilizacija sa stanovišta sigurnih naučnih zaključaka predstavlja prilično nepouzdan proces.

Posle smrti jednog organizma, njegovi ostaci postaju hrana za gomilu živih bića, od mikroorganizama do životinja. Ovako napadnuta organska materija relativno brzo nestaje, odnosno brzo se razgrađuje. Čvrsti delovi tela, recimo oklop ili skeleti, razlažu se delovanjem atmosferskih materija—kiseonika, vode, itd. Tako više ništa ne liči na prvobitni organizam, osim u slučaju fosilizacije. Ali, fosilizacija „čuva" tek jedan procenat vrsta određenog biotopa. Zapravo, posle smrti jednog organizma nastaje dramatična trka između faktora nestanka i faktora konzervacije. U najvećem broju slučajeva njen rezultat je potpuna mineralizacija organskih ostataka, odnosno, prirodna zamena organskih ostataka originalnog materijala nova hemijska struktura — ugljenike, sulfide, jedinjenja silicijuma, itd. S druge strane, kada se desi fosilizacija, sigurno je da se radi o dejstvu bakterija, koje, ukoliko dobiju prvu trku, dalje, kroz miliona godina mogu održati neku vrstu prirodne sredine koja umrli organizam ne može vratiti u život, ali ga može sačuvati od neminovnosti razgradnje.

Degradacija organskih materija može biti zaustavljena samo ukoliko se organizam neverovatnom brzinom izoluje od sredine u kojoj se nalazi, a u kojoj je element razaranja sve, od kiseonika do drugih životinja. Izolacija organskih materija može biti različita. Neverovatno izgleda otkriće tela mamuta zarobljenog u sibirski led, staro nekoliko desetina hiljada godina. Faktor konzervacije u ovom slučaju bio je led, efikasan do te mere da je unutrašnjost tela mamuta (pluća, srce, čak i sadržaj u stomaku) ostala potpuno očuvana. Na sličan način deluje, recimo, smola sa četinarskog drveća. Smolaste konzervatorska sredina u stanju je da očuva telo pauka ili insekta milionima godina. U ovakvom procesu fosilizacije za sada su najčuveniji fosilni ostaci nađeni u Libiji (kreda, sto trideset miliona godina), zatim na Baltiku (oligocen, četrdeset miliona godina) i na Haitima(oligocen, trideset pet miliona godina). Proces fosilizacije u kojoj sam fizički karakter sredine-izolatora kakav je led ili četinarska smola izoluje organizam, relativno je jednostavan. Sve je mnogo složenije kada izolaciju obavlja živi mikrobiološki svet.

Ovaj škorpion predstavlja vrhunski kvalitet fosilizacije. Dug je trideset pet milimetara.

TERIJE?

Život posle života

Među geološkim formacijama fosilnih mekušaca jedna od najčuvenijih nalazi se na istoku Francuske i sadrži trijasičku floru i faunu. Ovaj prirodni muzej obiluje meduzama, insektima, ribama i ribljim jajima. Fosilizacija je optimalna, a posebno je važno bogatstvo očuvanih organskih materija. Izučavanje ovih fosila trajalo je decenijama. Prva faza u ovim analizama je skidanje omotača koji su stvorile alge. Posmatranja uz pomoć optičkog mikroskopa otkriva mnoštvo organskih naslaga, pomešenih sa finim česticama peska. Međutim, još je čudesniji sadržaj koji može otkriti samo elektronski mikroskop. U ovom naizgled neživom svetu nalazi se nebrojeno mnogo čestica u kojima su aktivno delovale bakterije. Ova inframilimetarska tela pripadaju raznim vrstama. Mikroskop otkriva vlaknaste, jajolike, pljosnate forme bakterije koje su dok je evolucija išla svojim tokom neverovatno verno očuvale telo meduza, riba, čak i ribljih zametaka. Slična kompleksa fosilnih ostataka iz jednog slanog isušenog jezera proučavao je nemački geomikrobiolog *Volfgang Krumbajn*. Ustanovio je da delovanjem raznih vrsta bakterija fototropnih, hemiotropnih, aerobnih i anaerobnih vrsta, kockice fizičkih i hemijskih procesa složile su se u celinu koja je ubrzanim lučenjem sluzavih materija koje su odigrale ulogu izolatora, oslobađenjem kiseonika, korišćenjem energije svetlosti, oksidacijom elemenata, proizvodnjom jedinjenja sulfata, ubrzanim taloženjem ugljenika i pirita, ostvarila proces mineralizacije koji je garantovao konzervaciju mekušaca. Ovi organizmi su pravim bakterijskim čudom izbegli



570 miliona godina



225 miliona godina

Stariji od dinosaurusa

neminovnost razlaganja organskih materija

Harmoničan odnos bakterija i nekih hemijskih elemenata, pre svega odnos između različitih bakterijskih grupa i procesa stvaranja jedinjenja ugljenika i kalcijuma nalazi se u osnovi mineralizacije koja, osim obične geološke funkcije, može imati i ulogu konzervacije u službi paleontologije. Važnost metabolizma bakterija u procesu karbonifikacije, posredstvom bakterijskih membrana u vodenoj sredini dokazuje analiza sedimentarnih jedinjenja. Učešće metabolizma u razmeni i modifikaciji sredine u kojoj se bakterije nalaze može se recimo otkriti u analizi ugljeničnih kristala. Dolomit, siderit i slični sedimenti su bakterijskog porekla. U hemijskim transformacijama i dekompoziciji sredine živi organizmi sa svojim zalihama fosfora su, dakle nezamenljivi. Kvalitet fosilizacije zavisiće od dva faktora, od toga u kom se pravcu odvija mineralizacija i dekompozicija materija. U idealnim uslovima interakcija između bakterija, hemijskih elemenata sredine i organskih materija organizma, doći će recimo do očuvanja muskulature. To se, u prirodnom lancu zaista retko dešava.

Nasuprot ovim procesima koji u poslednje vreme sve više postaju uobičajeni sled paleontoloških istraživanja, na sasvim drugom polu nalaze se živi fosili. Oni su bili i ostaće pravi izuzetak od pravila, organizmi koji su nastali u pradavna vremena a žive još uvek, i samim svojim postojanjem postavljaju pitanja sa graničnih područja nauka — zašto neki organizmi u evoluciji nestaju a drugi opstaju? Zašto neke vrste propadaju, a druge ne?

Jedan od primeraka živih fosila koji posebno zbunjuje je gmizavac sa Novog Zelanda. Njegovo latinsko ime je Sphenodon punctatus i da nije dug jedan metar, uopšte se ne bi razlikovao od običnog guštera. Radi se o predstavniku takozvanih kljunoglavaca (Rhynchocephalia), o dalekom rođaku kornjača i krokodila. Sa svojim brojnim prastarim anatomskim i fiziološkim obeležjima sa sigurnošću može biti uvršten u fosile, premda je i dan danas živ i zdrav. Ovaj kljunoglavac spada u vrstu koja je vrhunac razvoja doživela pre 140 do 225 miliona godina. Sve do 19. veka živeo je potpuno bezbedno na Novom Zelandu, sve do dolaska doseljenika i domaćih životinja. Domaći uljezi saterali su ovo dragoceno biće starije od dinosaurusa na rub istrebljenja.

Drevna anatomija

Da bismo neko staro živo biće proglasili živim fosilom, nije dovoljno da njegova jedina odlika bude starost. Sama po sebi ona nije dovoljna. Ajkule, zmije i kornjače su prastare vrste, ali nedostaju im neke druge osobine. Da bi postala živi fosil, određena životinja mora biti pre svega relikt, posle nekadašnje rasprostranjenosti sada ograničena na veoma mali prostor. Mora takođe posedovati karakteristike koje su nepromenjene sačuvane do danas. I naročito, bitno je da su svi njeni srodnici izumrli odavno. Sredinu u kojoj je opstala karakterišu konstantni uslovi kao i nedostatak konkurentskih vrsta i grabljivica.

Ako postavimo poslednji uslov, lako je zaključiti da su idealna mesta, trezori živih fosila pre svega ostrva i ostrvski kontinenti. Tako su zaista najbogatija nalazišta Novi Zeland, Nova Gvineja, Madagaskar i Australija.

Ukrštanjem raznih podataka o živim fosilima, paleontologija i druge nauke mogu donositi složene zaključke. Recimo, na osnovu istih fosilnih nalaza iste vrste na različitim delovima planete, sa sigurnošću se može tvrditi da su u ovim različitim prostorima nekada vladali slični klimatski, vegetacioni i drugi uslovi. Osim toga, posmatranjem njihovog života slika življenja daleko je potpunija i složenija nego u proučavanju običnih fosilnih ostataka. Živi fosili sačuvali su i drevnu anatomiju i drevno ponašanje. Takođe, oni su i neka vrsta geološke mape sa tačnim opisom nekadašnjeg rasporeda mora i kopna.

Ostrva Galapagos, pred pacifičkom obalom Južne Amerike dugo su smatrana bogatim nalazištem živih fosila, i to zbog divovskih kornjača, neobičnih guštera i drugih stvorenja. Na žalost, bila je to predrasuda. Ovaj arhipelag previše je geološki mlad i tako ne može biti utočište živih fosila. Jedna od najvećih zabluda bilo je „senzacionalno“ otkriće jedne neobične vrste morskog gmizavca. Stručnjaci su mislili da je to čak autentični primerak neke vrste dinosaurusa, sačuvan sve do naših dana. Bila je to, u stvari, jedna obična iguana, prilagođena specifičnim uslovima ovog arhipelaga.

Kada je o tehnikama paleontoloških istraživanja reč, sve zapaženiji metod usmeren je na kombinaciju tri vrste podataka i analize. Naime, sedimenti, fosilni ostaci zuba i prastare biljke daju u kombinaciji sliku života koje znači više od tipa vegetacije koja je postojala u prošlosti. Upravo u koordinaciji više naučnih oblasti možemo dobiti recimo potpunu sliku o čovekovom načinu života iz vremena kada je bio lovac-skupljač. Ova multidisciplinarna oblast zove se paleobotanika i postaje sve zapaženija, pre svega zbog uspostavljanja veze između ishrane, biologije i kulture. Korisna pre svega u istraživanju čovekova prošlosti, u perspektivi će verovatno zameniti klasične tehnike istraživanja, otkrivajući način života uz pomoć fosila, fitolita i mikroskopa ■

□ *Sanja Ćosić*



UMETNOST PADANJA

Vekovima smo pokušavali, praveći ponekad fatalne greške, i konačno naučili kako da slobodno iskoračimo u nebo, noseći sa sobom samo tanki najlon i nekoliko uzica.

Padao sam, i prevrtao se u vazduhu. Činilo mi se da jurim u samu smrt. Oko mene, tamo napolju, bilo je mirno sunčano popodne, duvao je prijatan vetrić. Tada sam oprobao svoja nova krila i zaljubio se. Drugi su pre mene već bili ovde. Čitao sam njihove priče. Ali, sve dok sami ne probate, teško je u potpunosti shvatiti kako padobran – komad najlona nežan poput fine svile, povezan uzicama koje obično koristimo za puštanje zmajeva, može postati predmet iskrene zahvalnosti i večite ljubavi.

Tragikomični počeci

Padobrani služe ljudima u vazduhu mnogo duže od aviona. U kineskoj istoriji je zapisano da je oko 100. godine pre n.e. legenderni kineski car Šan uspeo da se spase iz zapaljene kule tako što je napravio padobran povazavši nekoliko slamnatih šešira. Ljudi su se oduvek bavili izumima koji bi im pomogli da se snađu u vazduhu. Dobro je ipak da mnogi od njih nikada nisu bili isprobani.

Jedan od takvih izuma prikazan je na skici Leonerda da Vinčija iz 1495. godine. Konstrukciona ideja Da Vinčijave naprave za padanje bila je ispravna



Mala pretrpan avion nosi padobrance do mesta na kome ce se otisnuti u vazduh.

— to ja trebalo da buda kontajner za prikupljanje vazduha, ali je veličina bila sasvim pograšna. Taj mali padobran u obliku piramida imeo je samo oko dva metra u prečniku. (Bilo bi to smrtonosno spuštanja, jer, današnji padobreni za jednu osobu imaju u proseku prečnik od desel matara.)

Izgleda da je pred kraj 16. veka jedan čovek po imenu Fausto Verancio skočio sa kule u Veneciji noseći se sobom 'padobran' načinjen od kvadratnog drvenog okvira prekrivenog platnom — sudeći po veličini i strukturi ove naprava, na čini se baš verovatno da je do skoka stvarno došlo, ali je sigurno da drugi skok nikada nija izveden, bar ne kad je u pitanju iste osobe.

1837. godine, čovek po imenu Robert Koking je bacao kišobrane kroz prozor i uočio da se oni vrlo brzo okrenu drškom naviše i da se posle toga više ne prevrću. To mu je dalo ideju da bi mogao postici stabilnost pri spuštanju pomoću krutog padobrana u obliku izvrnute kupe. 24. jule 1837. godina on ja, pun poverenja u svoj izum sa dvojicom balonista uzieteo u večernje nebo nad Londonom. Na visini od oko 1500 metare obavio je potrebne pripreme, ljubazno se pozdravio sa saputnicima, ušao u korpu pod izvrnutom kupom koja je bile privazena za balon i presakao uže. Padobren je stvarno propadao stabilno, sve dok se nije izvrnuo, za šta mu ja bilo potrebno samo par sakundi. Nepotrebno je rači šta ja sa Kokingom delja bilo — razultat ovog eksperimenta bio je isti kakav bi i danas bio.

Čuveni pioniri balonerstva, braća Montgolfije, razvili su nekoliko konstrukcijskih tipova padobrana, ali su prve skokove prepuštali životinjama. Tako su sa nekog tornja spustili ovcu na koju su pričvrstili padobran prečnika 2,2 matra. Ovca je preživala taj skok, kao i mnoge stotine mačaka koje sa padobranima sklepanim od čaršava sa visokih zgrada bacaju dece, nekoliko pasa, bar jedne koza, mnogo raznovrsnih vrsta goveda, ceo asortiman majmuna i medveda koji su mnogo kesnije, nekon Drugog svetskog rata, korišćeni za ispitivanja katapultnih sedišta na borbenim avionima.

Moderni padobran rođen je 1785. godine kada je Ž. P. Blanšar izmislio sklopivi svilani padobran. Postoje izvesne činjenice koje ukazuju da je on 1793. godine skočio iz balona i da je negde u to vreme slomio nogu. Nama dokaza, ali je verovatno da ja on prvi odgovorio oneko kako danas obično odgovaraju svi povređeni padobranci: „Povredio si sa pri skoku?" „Na, pri prizemljenju."

Džejn Dejvis, prva žena koja je skočila niz Anđeoske vadapade u Venecueli, visoke oko 1000 metara. „Ništa strašnije nega obična. Samo je različita."

Prvi čovek koji je redovno skakao sa padobranom bio je Andre-Žan Garnerin, koji je početkom 19. veka skakao iz balona sa padobranom prečnika sedam metara. Njegov padobran se međutim tako jako ljuljao da je jadni Garnerin svaki put morao pomisliti kako je bolje da umre umesto da se tako muči. Istoričar Čarls Klin je zapisao kako je Gernerinu jednom jako pozlilo u prisustvu veoma velikog broja ljudi, uključujući tu i neke članove kraljevske porodice koji su se zbog toga osetili uvređenim.

Krupnim koracima napred

Garnerinov problem je u stvari bio jednostavan. Padobran funkcioniše tako što dok pada pod svoju kupolu prikuplja vazduh. Brzinu padanja osim težine tereta određuje brzina kojom vazduh ističe iz kupole, bilo kroz materijal od koga je napravljen, bilo sa strana kupole. Kad izlazi ispod ivica kupole, a to se i dešava, naročito ako je padobran pravljen od gustog, relativno nepropusnog materijala, on ne izlazi sa svih strana ravnomerno, već sa jedne pa sa druge strane, naizmenično, praveći sve veće oscilacije, tako da ga je praktično nemoguće umiriti. Ovaj problem je delimično bio rešen kada se neko dosetio da na vrhu kupole proseče malu rupu — ventil.

Posle ventila, i dalje je bilo potrebno ozbiljno raditi na usavršavanju padobrane. Kada je konačno bilo jasno da bi morao imati prilično veliku površinu i da se zbog toga mora na neki način spakovati, pitanje aktiviranja padobrana postalo je veoma važno. 1908. godine ‚izmišljena' je ručica sa sajlom čiji se kraj uvlačio u jednu ili više petlji odgovarajuće veličine na zatvaraču ‚ambalaže', a koja se otvarala samo povlačenjem ručice i izvlačenjem sajle. Ovaj sistem nije bio široko prihvaćen sve do 1919. godine, kada je konačno preuzeo ulogu koju i danas ima, da omogući skakaču da sam odluči kada će otvoriti padobran.

Tokom prvog svetskog rata takav ‚menuelni' padobran je mogao spasiti živote mnogih pilota, ali na žalost, u to doba piloti nisu imali jasnu ideju o tome da je neophodno napuštati teško oštećeni avion, a ni mogućnost da to bezbedno urade. Oni su uglavnom ostajali u strmoglavljenim zapaljenim letelicama ili su, ređe, iskakali iz njih uz podjednako ništavne izglede na spas.

Vojno vazduhoplovstvo SAD je tek 1918. godine angažovalo izvesnog Flojda Smita da sa još nekolicinom ljudi radi na konstrukciji i izradi pilotskog padobrana. Smit je bio prvo kauboj, zatim artista na trapezu, a negde uoči rata je počeo da skače s padobranima i da se zanima za njihovo usavršavanje. 1919. godine on je konstruisao padobran sa rancem i sistemom veza. Padobran se otvarao pomoću ručice čijim su se povlačenjem otvarali zatvarači ranca i oslobadalo malo pilot-padobrančе sa oprugom. Uloga tog padobrančića je da, odskočivši u vazduh po otvaranju ranca povuče za sobom glavni padobran i tako olakša i ubrza njegovo otvaranje. Ovaj sistem se pokazao toliko uspešnim da i danas predstavlja osnovu konstrukcije skoro svih tipova padobrana.

Po aktiviranju glavnog padobrana, kupola se otvori pošto se ispuni dovoljnom količinom vazduha. Što je brzina tereta koji padobran nosi veća (a ona se povećava sa dužinom slobodnog pada), utoliko brže vazduh ulazi pod kupolu naduvavajući je. Ukoliko se proces punjenja kupole odvija prebrzo, otvaranje postaje prava eksplozija koja može da u trenu iscepka padobran u stotine neupotrebljivih maramica. Da bi se to izbeglo, kupole se ne šiju od jednog komada platna, već od mnogo uzdužnih traka ili (ređe) od komada u obliku koncentričnih krugova, čime je omogućeno da prilikom otvaranja iz kupole pobegne što više vazduha i tako izbegne njeno samouništenje.

Neki od prvih padobrana pravljeni su od pamuka, ali je većina bila od svile. Međutim, kada su u drugom svetskom ratu Japanci napali Perl Harbur i tako presekli snabdevanje svilom, Amerikanci su se okrenuli potpuno novom materijalu — najlonu i tako otpočeli novu eru u proizvodnji padobrana. Najlon od koga se danas prave padobrani lagamji je od svile namenjene šiču najfinijeg rublja, ali je za cepanje tog najlona potrebna dvedeset puta veća sila od one koja bi mogla da pocepa svilu. ‚Konopci' koji povezuju kupolu sa rancem takođe su najlonski, izuzev najmodernijih koji se za sada koriste samo za sportske padobrane, a koji su pravljeni od polietilena velike gustine.

Nova prava revolucija

Mnogi od izuzetnih podviga modernog padobranskog sporta nikako ne bi bili mogući da nije bilo revolucije u konstrukciji koju je 1964. godine izveo Domina Džalbert sa Floride. Džalbert sada ima 85 godina od čega se, kako voli da kaže, konstrukcijom zmajeva, balona i padobrana bavi punih 80 godina. Evo kako on opisuje trenutak u kojem mu je sinula epohalna ideja: 'Svojim avionom sam se vraćao kući iz Vazduhoplovne baze Patrik. Pogledao sam dole u krila i rekao sam sebi: Hej, pa ja letim! — I to je bilo sve što mi je trebalo.' Trebalo bi da bude moguće, mislio je, napraviti zmaja i padobran koji rade na istom principu kao i avionsko krilo — sa ravnom donjom i zaobljenom gornjom površinom. Do sutra po podne sašio je svoj prvi Dželbert parafoil, u 16.30 h izneo ga je napolje i pustio u nebo.

Izuzetnost novog tipa padobrana bila je u tome što se komad najlonskog materijala ponašeo, kao što se Džalbert i nadao, poput čvrstog avionskog krila. Bio je napravljen od dva sloja najlona veoma male poroznosti koji su napred razdvojeni, prevecı tako otvor za prodor vazduha, koji sa zadnje strane ne može izaći jer su zadnje ivice spojene. Vetar duva u otvorenu napadnu ivicu i naduvava padobran, ali unutrašnje uzdužne pregrade koje spajaju donju i gornju površinu ne dozvoljavaju da se naduje poput balona već mu daju oblik krila. Učinak je bio zadivljujući. Džalbert je napravio padobran kojim je bilo moguće leteti u bilo kom pravcu, brzinama većim od 30 km/h, i nakon toga se spustiti na zemlju lako poput goluba.

Stari Džalbert konstruisanje padobrana smatra veštinom i umetnošću. „Dugokosi profesori govore o tome šta je moguće uraditi a šta ne. Ja međutim radim i obično uspevam da ostvarim ono što zamislim. O teoriji se može raspravljati, ali mogućnosti novog tipa padobrana su ono što se vidi." Sa njim se slaže i jedan od najvećih svetskih aerodinamičara Teodor Knak, inženjer koji je radio na svemirskim programima Džemini i Apolo i bio glavni konsultant u programu Merkuri, i programu spuštanja nosača Šatle, u kome su 100 000 kg teške rakete bezbedno spuštane na površinu okeana. ‚Konstruisanje padobrana nije isto što i konstruisanje avionskog krila. Tu nikada ne možete imati tačne dimenzije. Aerodinamika aviona je jasno definisana, ali se nikada ne može naći tačno matematičko rešenje za otvaranje padobrana. Vazdušna strujanja se neprekidno menjaju. Ne možete tek tako na kompjuteru nacrtati padobran i saznati kako će se on ponašati u vazduhu. Mora se uvek eksperimentisati. Ta stvar sa padobranima se uvek svodi na ono ‚Hajde da ga napravimo i isprobamo.

'Prvi padobrani koji su se serijski proizvodili u Velikoj Britaniji, 1919. godine, zvali su se Anđeli čuvari. Sada znam i zašto. Ukoliko se ne potrudim da zabacim glavu unazad, ne mogu videti padobran nad sobom, koji se, poput roditelja-zaštitnika trudi da ostane van vidokruga svog dvogodišnjeg potomka koji je krenuo u istraživanje sveta, a opet je tu, širok, jak, sjajan i brižan. Lako treperi na povetarcu, poput male zastave. Mir, sigurnost, udobnost! Hvala Vam, g. Garnerin! Hvala, g. Koking, hvala g. Smit. Hvala g. Džalbert. Srca ispunjenog radošću sklapam svoja najlonska krila i slećem na zemlju poput goluba.'

Medicina

Metode spektralne analize

STRES, VARIJABILNOST KRVNOG PRITISKA I ESENCIJALNA HIPERTENZIJA

☐ *Napisala dr Nina Japundžić*

Revolucionarni preokret u fiziologiji 19. veka učinio je francuski naučnik Claude Bernard uvođenjem pojma „unutrašnja sredina" — „milieu intérieur", kao faktora koji osigurava kontinuitet, stalnost i ravnotežu svih životnih procesa. Bolest je, prema njemu, poremećaj, anomalija regulacionih mehanizama koji održavaju nepromenljivosti unutrašnje sredine. Unutrašnja sredina organizma je medijum u kome žive i rade ćelije i organi u nekom organizmu. To su sve ekstracelularne tečnosti: krv, likvor, keo i sve tečnosti koje ispunjavaju međućelijski prostor organizma. Njihova stalnost — nepromenljivost je uslov za opstanak ćelija i rad organa koje one okružuju.

Pojam stalnosti odnosi se na njihov kvantitet i kvalitet ili drugim rečima na njihovu zapreminu, pritisak i sastav (količinu krvi i njen sastav — sadržaj glukoze, masti i drugih hranljivih supstancija, koncentracije kiseonika, ugljendioksida, broj krvnih zrnaca, količina belančevina i njihov odnos, itd.). Pomenute vrednosti mogu varirati u uskim granicama koje ne ugrožavaju opstanak ćelije i organa odnosno celog organizma. Drugim rečima, ljudski organizam je sposoban da živi samo u precizno određenim uslovima unutrašnje sredine. Međutim, svi živi organizmi izloženi su permanentno promenama okoline koja ih okružuje. Da bi očuvali stalnost unutrašnje sredine i opstali, moraju se stalno prilagođavati. Zato svaki organizam poseduje fiziološke sisteme regulacija, koji reaguju na promene spoljašnjih faktora održavajući pri tom unutrašnju sredinu organizma „milieu intérieur" nepromenjenom. Jake i snažne promene deluju stresogeno na organizam i, ukoliko su učestale, mogu dovesti do oboljenja, onda kada fiziološki sistemi adaptacija nisu više u stanju da im se prilagođavaju. Zbog toga nastaju nedozvoljene — patološke promene u unutrašnjoj sredini: skok krvnog pritiska je glavni poremećaj kod obolelih od hipertenzije, porast šećera u krvi kod dijabetičara, povećanje kiselosti želudačnog soka, u ljudi obolelih od čira, itd.

Spisak bolesti za koje danas postoji sumnja da nastaju usled hroničnog izlaganja stresu je veliki. Bolest povišenog krvnog pritiska ili **ESENCIJALNA HIPERTENZIJA** je jedna od njih. Svaki stres (traumatski, neurogeni, infektivni, endokrini i dr.) izaziva ubrzanje rada srca i skok krvnog pritiska. Ovakva reakcija organizma je korisna i spašava život kada stresogenu reakciju uzrokuje povreda i krvarenja, i kada dolazi do naglog pada krvnog pritiska usled iskrvarenja. Međutim, još uvek nije jasno kakva je korist od ovakvog odbrambenog mehanizma kada stres izazivaju mentalni napori ili psihičke promene, kojima smo izloženi svakodnevno.

MEHANIZAM REGULACIJE KRVNOG PRITISKA I PROBLEM VARIJABILNOSTI

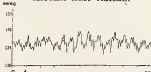
Da bi se našao odgovor na složena pitanja o ulozi stresa u nastanku esencijalne hipertenzije neophodno je dobro poznavati regulacione mehanizme koji kontrolišu rad srca i visinu krvnog pritiska.

Pre svega rad kardiovaskularnog sistema (srca i krvnih sudova) regulišu mozak i periferni živci, kao i endokrini sistem organizma. Sve promene zapremine krvi ili njenog sastava registruje nervni sistem, preko specijalizovanih receptora koji se nalaze u zidu krvnih sudova i srca (baroreceptori, hemoreceptori, i receptori u zidu pretkomora srca). Oni sa periferije preko nerava šalju informacije o svim promenama u centre mozga koji ih primaju i šalju naredbu nazad ka srcu i krvnim sudovima kako da koriguju nepoželjne promene. To je, tzv. refleksna kardiovaskularna regulacija koja u jako kratkom vremenskom roku reaguje na sve promene.

Pored brze, refleksne regulacije, postoji i sporija ali dugotrajnije, hormonska regulacija kardiovaskularnog sistema. Tu spadaju pre svega hormoni bubrega — sistem renin angiotenzin, zatim antidiuretski hormon neurohipofize i konačno još uvek nedovoljno proučeni hormoni srca.

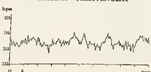
A) Trase sistolnog arterijskog krvnog pritiska i spektralna analiza; B) Trase srčane frekvencije i spektralna analiza. (Japundžić, N. i sar., JANS, 30, 91, 1990)

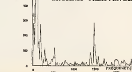
A

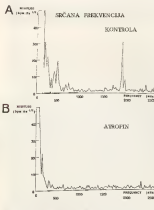




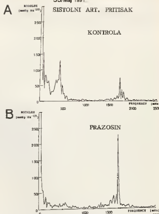
B







Spektralna analiza srčane frekvencije A) kontrola i B) posle intravenske aplikacije atropina. (Japundžić, N. i sar., JANS, 30, 91, 1990).



Spektralna analiza sistolnog arterijskog pritiska A) kontrola i B) posle intravenske aplikacije prazosina. (Japundžić, N. i sar., JANS, 30, 91, 1990).

Pored opšte nervne i hormonske regulacije, postoji i lokalna, metabolička regulacija krvotoka putem koje svaki organ prema sopstvenim potrebama može da reguliše protok krvi.

Pored ekstremno napornih, stresogenih izazova koji aktiviraju regulacione mehanizme organizama, postoje i svakodnevne situacije koje takođe zahtevaju prilagođavanje na novonastale uslove. Banalan primer prilagođavanja je promena položaja tela. Kada čovek iz ležećeg položaja ustane, dolazi do preraspodele krvi u organizmu pod uticajem zemljine teže i do naglog slivanja krvi u noge. Venski priliv u srce momentalno se smanjuje i preti opasnost da srce ne ispumpa dovoljno krvi u mozak i ostale delove tela, odnosno preti opasnost od omaglica i nesvestice. Kod ljudi koji su oboleli od periferne neuropatije — bolesti perifernih živaca, refleksi više ne funkcionišu, te prilikom ustajanja kod tih bolesnika nastaju omaglice pa čak i gubitak svesti. Mnogo pre nego što krv iz donjih ekstremiteta prema srcu pogura rad mišića ili povuče negativni pritisak u grudnom košu prilikom svake inspiracije, nervni sistem najbrže reaguje i pokreće svoje refleksa. Dolazi do aktivacije simpatičkog nervnog sistema koji koriguje novonastalu situaciju. Dakle, svaka naša aktivnost, pa čak i one koje nismo direktno svesni, izaziva promena u organizmu i zahteva stalnu adaptaciju.

Vrednost krvnog pritiska ni u jednom trenutku nije ista. Ona osciluje u strogo dozvoljenom intervalu vrednosti (od oko 60—180 mmHg). Tako na primer kada se pogledaju vrednosti registrovanog krvnog pritiska u kontinuitetu, u dužem vremenskom intervalu, primećuje se da se vrednosti krvnog pritiska i srčane frekvencije svakog minuta menjaju prilagođavajući se potrebama organizma. Međutim, primećuje se da postoji određena pravilnost i ponavljanje većeg broja oscilacija (sl. 1). Još u 19 veku Mayer je opisao talase krvnog pritiska koji se ponavljaju sa periodikom od 10 ciklusa u minuti. Takođe, u prošlom veku, opisani su brzi ciklusi, za koje se otkrilo da po brzini odgovaraju respiraciji. Ova pojava nazvana je respiratorna sinus aritmija. Dakle, još krajem prošlog veka naučnici su se zainteresovali za varijacije krvnog pritiska tražeći da otkriju njihovo poreklo, uzroke i značaj za organizam. Danas se sumnja da bi oscilacije krvnog pritiska koje su kod simpatikotoničara, (simpatikotoničari za razliku od vagotoničara, su ljudi kod kojih rad simpatičkog nervnog sistema dominira nad parasimpatičkim. Prepoznaju se pa stalno vlažnim dlanovima), jako zastupljene, mogle da budu predznak obolevanju od esencijalne hipertenzije. Zapravo zna se da je porast krvnog pritiska uvek u pozitivnoj korelaciji sa porastom sopstvenog varijabiliteta. Sumnja se takođe da bi povećani varijabilitet krvnog pritiska mogao da predstavlja dodatno opterećenje za rad krvnih sudova i srca, kao i da može bitno uticati na razvoj njihove hipertrofije (povećanje mase) i sledstvena neefikasnosti i tromosti. Kod hipertenzivnih ljudi volumen krvnog suda je smanjen i organi nisu dovoljno snabdeveni krvlju. Kasnije, krvni sudovi postaju krti, ne mogu da izdrže velike napore, i tada može doći do krvarenja u najosetljivijim i vitalno važnim organima (u srcu, u mozgu, itd). Jedan od takvih napada može se završiti fatalno (infarkt, šlog i dr).

ZNAČAJ RAZVOJA KOMPJUTERSKE TEHNIKE U IZUČAVANJU VARIJABILITETA KRVNOG PRITISKA

Problem varijabilnosti krvnog pritiska i srčane frekvencije je poslednjih godina zainteresovao mnoge naučnike i istraživačke grupe iz oblasti hipertenzije. Zainteresovanost za problem varijabilitete krvnog pritiska i srčane frekvencije pre svega omogućen je razvojem kompjutera i specijalnih softvera koji su napravljeni u cilju istraživanja varijabiliteta — periodičnih oscilacija krvnog pritiska i srčane frekvencije. To je tzv. **SPEKTRALNA ANALIZA** krvnog pritiska i srčane frekvencije. Fourierov algoritam prepoznaje i grupiše oscilacije iste frekvencije, rastavljajući složenu sinusoidu oscilacija pritiska ili srčane frekvencije na njene sastavne komponente (sl. 1). Ova matematička procedura mogla bi se uporediti sa prizmom, a varijabilnost krvnog pritiska i srčane frekvencije sa zrakom svetlosti. Tek kada svetlost prođe kroz prizmu postaju uočljive komponente spektra — boja. Ekipa dr Koena (Cohen) na MIT-u u Bostonu otkrila je metodom spektralne analize srčane frekvencije i krvnog pritiska, da se spektri njihovih oscilacija sastoje iz tri identične zone. Ili, drugim rečima, postoje tri osnovne oscilacije srčane frekvencije i krvnog pritiska. **Zona brzih oscilacija** predstavlja oscilovanje srčane frekvencije i krvnog pritiska zajedno sa respiracijom. **Zona srednje brzih talasa** koja verovatno nastaje kao posledica rada krvnih sudova (vazokonstrik-

Medicina

OTKRIVANJE SRČANIH OBOLJENJA

Nova dijagnostička tehnika, kompjuterska tomografija, unapredila je dijagnosticiranje mnogih bolesti, ali, u slučaju srčanih oboljenja nije mnogo pomogla

Merenja vaskularnih oboljenja nogu jedan je od jednostavnih načina otkrivanja podložnosti riziku od srčanih napada i udara.

Ideja o novom načinu otkrivanja podložnosti srčanim oboljenjima potekla je od tima sa Edinburškog univerziteta u Škotskoj. Ovaj tim posebno se bavi sprečavanjem oboljenja u arterijama i venama nogu. Većina ranijih programa za vaskularna istraživanja bila su usredsređena na prevenciju srčanih napada i udara. Sada naučnici pokušavaju da istraže i razviju ne samo načine otkrivanja ranih simptoma periferijskih vaskularnih oboljenja nogu, već i načine prevencije.

Arterije nogu uglavnom stradaju od arterioskleroze, začepljenja koja dovodi do smanjenog protoka krvi i prouzrokuje bol. Najčešća oboljenja su, međutim, proširene vene koje zahtevaju operativni zahvat, iako nisu opasne po život. S druge strane, proširene vene mogu da se razviju u mnogo ozbiljnija stanja čireva i otvorenih rana, što naravno zahteve bolničko lečenje.

Većina pacijenata počinje sa lečenjem tek u kasnom stadijumu bolesti. Baš zato je bitno rano otkrivanje simptoma. Ovo će u radu Edinburškog tima omogućiti novi Dupleks skener koji vizuelno prikazuje nepravilnosti u venama i arterijama. Dr Džan Fouks, jedan od inicijatora projekta kaže: „U poređenju sa vaskularnim oboljenjima srca, noge su mnogo dostupnije za ispitivanja i lečenje. Naša je pretpostavka da merenjem oboljenja u nogama možemo na najjednostavniji način otkriti osobe koje su izložene riziku od srčanih napada i udara." Uskoro u projekat ulaze i a zapravo je planirano formiranje celovite interdisciplinarne grupe ■

SPREČAVANJE ARTRITIČNIH ZAPALJENJA

Novi tip antitela stvoren u epruveti, koji je proizveo istražni tim sa jednog britanskog univerziteta, možda će biti sposoban da prekine proces zapaljenja u zglobovima od reumatičnog artritisa.

Dr Roy Džefris, koji sa svojim timom sa Odeljenja za imunologiju Univerziteta u Birminghamu već tri godine radi na stvaranju antitela, objašnjava: "Ukoliko bi mogli da sprečimo zapaljenje, mogli bi da sprečimo i nagrizanje hrskavice što dovodi do trenja i erozije kostiju, a kasnije i do osakaćivanja zgloba.

Kod drugih oblika artritisa zapaljenje obično kratko traje i može se ublažiti pomoću steroida i drugih antiinflamatornih lekova. Reumatični artritis je nasuprot tome, dugotrajno oboljenje i često ne reaguje na iste tretmane.

Zapaljenje, koje može da nastane kao rezultat povrede, infekcije ili alergije, je prouzrokovano nagomilavanjem fluida koji donose supstance iz krvi, uključujući antitela koja se normalno bore protiv infekcije. Ova antitela 'obmotavaju' bakteriju, a zatim reaguju sa belim zrncima, koji gutaju obmotanu bakteriju i napadaju je sa enzimima koji se nalaze unutar zrnaca. Međutim, enzimi se ponekad ispuštaju van zrnaca i mogu da oštete okolno tkivo. Kod zglobova obolelih od reumatoidnog artritisa ima mnoštvo veoma aktivnih belih zrnaca, ali nema vidljive infekcije. Veruje se da takozvani Reumatoidni Faktor ili RF antitela, umesto da obmotaju bakteriju, u stvari obmotaju druga antitela i aktiviraju proces oslobađanja enzima van belih zrnaca, čime se prouzrokuje zapaljenja i druga oštećenja.

Antitelo koje je proizveo dr Džefris funkcioniše tako što prepoznaje, a zatim se i sam vezuje za RF antitela, čime se sprečava da se pričvrste na druga antitela i tako se prekida ciklus.

Istraživanja koja tek treba da se obave, treba da osiguraju da ovaj reagens smanji oslobađanja enzima, pre nego što započnu kliničke probe ■

BEZBOLNO LEČENJE ZUBA

Upotrebom prvog komercijalnog lasera u lečenju zuba, počelo je doba bezbolne stomatologije.

Prvi komercijalni laser za tretman zuba eliminisaće bol iz ovog neprijatnog lečenja. Proizveden je i do sada je uspešno primenjen u sto hiljada slučajeva. Može biti primenjen u svim fazama tretmana, ali posebno u slučaju velika osetljivosti zuba na dodir i hladnoću.

Dr Maršal Mida objašnjava da je laser zasnovan na neodimiumu (itrijum-aluminijum granat) u da razlaže tkivo takvom brzinom da nervni impulsi ne stižu da registruju bol. Pri tome radi s takvom preciznošću da zdravo tkivo ostaje netaknuto. Nema nikakvih vibracija, i nema bola. Nema opasnosti od neželjenih oštećenja koja može izazvati ruka stomatologa jer i pri najmanjem pomaranju izvan ciljnog tkiva dolazi do defokusiranja i laser postaje bezopasan.

cije ili vazodilatacije) u odgovoru na termoregulaciju, i zona najsporijih talasa, najmanje je poznata, ali se zna da pruža informacije o funkcionisanju hormonskog sistema renin angiotenzin.

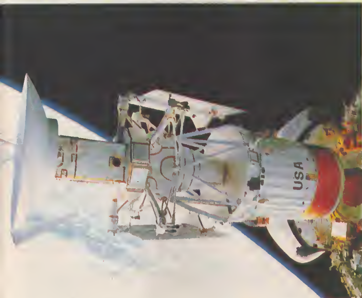
Oscilacije krvnog pritiska i srčana frekvencije su regulisane radom vegetativnog nervnog sistema — simpatikusa i parasimpatikusa. Respiratorne talase, na primer, kontroliše deseti kranijalni — nervus vagus, koji čini veći deo parasimpatikusa. Kada se eksperimentalnoj životinji ili čoveku da atropin, lek koji blokira vagus, ove oscilacije nestaju iz spektra srčane frekvencije. Lekovi kao što su prazosin ili neki drugi periferni vazodilatatori, smanjuju zonu srednje brzih oscilacija u spektru krvnog pritiske, a lekovi iz grupe beta blokatora to isto čine sa srednje brzim oscilacijama srčane frekvencije.

Ne samo lekovi, već i bolesti perifernog nervnog sistema, kao što je gore pomenuta periferna neuropatija, koja se javlja u sklopu mnogih bolesti (dijabetesa, insuficijencije bubrega alkoholizma i dr.), menjaju izgled spektra srčane frekvencije i krvnog pritiska pre pojava prvih simptoma bolesti. Spektri ovakvih bolesnika pokazuju siromaštvo oscilacija i približavaju se skoro pravoj liniji. Poznato je da takvi bolesnici imaju velikih problema da regulišu krvni pritisak i da se baš kod njih javljaju omaglice prilikom ustajanja — ortostatska hipotenzija. Spektar srčane frekvencije transplantiranog srca takođe je karakterističan, haotičan, bez jasno ograničenih zona spektra. Takav spektar je izraz denervisanog srca.

Prednosti metoda spektralne analize u ispitivanju varijabilnosti krvnog pritiska i kardiovaskularnih refleksa je očigledna. Pre ere kompjutera, jedini uvid u varijabilitet krvnog pritiska dobijao se izračunavanjem odstupanja amplitude oscilacija od prosečna vrednosti krvnog pritiska. To odstupanje naučnici su izražavali preko standardne greške ili varijanse. Ove vrednosti davale su samo grubu meru varijabilnosti i najviše su izražavale varijacije srednje brzih talasa, jer imaju veća amplituda, ne vodeći računa o najbržim talasima male amplitude. Razvoj metode spektralne analize ide u pravcu otkazivanja sva sporijih oscilacija kardiovaskularnih parametara za šta je potrebno prethodno 24 časovno registrovanje i najsporijih dnevno-noćnih oscilacija tzv. cirkadijalnog ritma krvnog pritiska i srčane frekvencije ■

Američki kosmički program

ŠATL U ŠKRIPCU



1989. godine „Atlantis" lansira sondu Magelan

Prošle 1990. godine obavljeno je šest kosmičkih misija u okviru programa „Spejs Šatl", a za ovu, 1991. g. planirano je sedam novih letova. Američka agencija za kosmos i aeronautiku (NASA), međutim, ozbiljno računa na izmenu grafikona letova šatl-letelica budući da je jedan od tri operativna šatla van upotrebe.

Septembra 1988 g., posle trogodišnje pauze nastale usled eksplozije šatla „Čelendžer" nad Kejp Kaneveralom, program „Spejs Šatl" je nastavljen dvadeset šestom misijom. Potom je usledilo još dvanaest orbitalnih letova. Misije sa službenom oznakom STS-28 (šatl *„Kolumbija"*, komandant *Bruster Šou*), STS-33 (šatl *„Diskaveri"*,

komendent *Frederik Gregori*, STS-36 i STS-38 (o kojima čemo kasnije nešto više reći) imele su vojni kerakter Ostale misije ostaće upamćene po velikom doprinosu koji su dale razvoju astronomskih nauke Tako je u misiji STS-30 (šatl *„Atlantis"*, komendant *Dejvid Volker*) prema Veneri upućena eutomatska interplanetarna stanica „Magelan", a u misiji STS-34 (šatl *„Atlantis"*, komandant *Donald Vilijems*) ke Jupiteru je lansirana letelica „Galileo" Ekipa *Lorena Šrajvere* je iz tovarnog prostora šatla „Diskaveri" iskrcala u kosmos Hablov kosmički tele-



Šatl „Indevor", zamena za izgubljeni „Čelendžer", gradi se u Kaliforniji. Njegov prvi let biće obavljen u aprilu 1992. g.

skop, a još je sveže sećanje na sunčevu sondu „Odisej' koja je nedavno lansirana, kao i na uspešnu astronomsku misiju „Astro-1".

Orbitalni lov

Program „Spejs Šatl" prate ozbiljne tehničke poteškoće, tako de se gratikon letova redovno konguje U kosmos kreće šatl koji je u potpunosti spreman za misiju U službenoj konotaciji NASA-e svaka misije dobija odgovarajuću rednu oznaku i zadržava je i u slučaju otkezivanja misije Zato imamo slučejeve gde, na primer dvadeset osmi let sa službenom oznakom STS-29, prednjeći letu br 30 sa službenom oznakom STS-28 itd

Jedna od najzanimljivijih prošlogodišnjih misije koje je, nezasluženo, ostala u senci poduhveta sa Hablovim kosmičkim teleskopom, misija spašavenja satelita LDEF, obevljena je od 9 do 20 jenuara 1990 godine lako je to bio trideset treći let u programu „Spejs Šatl", službene oznake misije je STS-32 Kao orbiter upotrebljen je šatl „Kolumbija", najstariji među američkim šatlovima

Drugog dana leta, specijaliste misije, astronaut *Dejvid Lou* (David G Low) islovario je u kosmički prostor telekomunikacioni satelit *„Sinkom F-5"* (Syncom), pomorski satelit vrednosti osamdeset pet miliona dolera i mese oko deset tona Raniji naziv satelita ove serije bio je „Lisat" i ovo je poslednji satelit u sistemu globalne veze oružanih snega SAD Nešto kasnije, „Sinkom F-5" je sopstvenim pogonom dospeo na parkirnu, geostacionarnu orbitu Poste toga, petočlana posada krenula je u orbitalni lov na problematični satelit LDEF. Ovaj satelit čije pravo ime glasi *„Platforme za dugo eksponiranje"*, lensirala je posada *Bobe Kripena* (Crippen) u 11. letu, eprile 1984 godine Konstruisan u Godardovom kosmičkom centru, LDEF je bio namenjen istraživanju uticaja kosmičkih uslova na različita organske i neorganske materijale (na primer, obresci koji ce u budućnosti biti upotrebljeni za gradnju raketnih motora na čvrsto gorivo, elektronskih filtara, optičkih vlakana, sunčevih baterija i dr.) Satelit ima oblik višegrane pravougaone prizme dužine 9,1 m, prečnika 4,3 m i masa 9,7 tona, od čega ne naučnu opremu otpada ček 6,1 t LDEF je trebelo vratit na Zemlju godinu dana po lansiranju Se putanje visine 470 km, satelit je, u međuvremenu, budući de ne poseduje pogonske jedinice, lagano počeo da gubi visinu lete Operacija spešavanja je više puta odlagana, naročito posle gubitka šatla „Čelendžer" koji je I bio predviđen za njegovo spašavanje Kada je postalo jasno da satelit naglo gubi visinu jer je gustina viših slojeve atmosfere povećana posle intenzivnih aktivnosti na Suncu u evgustu 1989 g., NASA je donela odluku da posada šatla „Kolumbija" vrati satelit na Zemlju, tri mesece pre njegovog ulaska u gušće slojeve atmosfere

Nizom manevara, komandant misije *Denijel Brandenštajn* (Daniel C Brandenstein) i pilot *Džejms Vederbi* (James D Wetherbee), približili su šatl na samo deset metara od satelita LDEF Zatim je specijalista misije *Boni Danber* (Bonnie J Dunbar) mehaničkim manipulatorom dohvatila satelit Operacija nije nimalo jednostavne, budući da na pasivnom satelitu postoje samo dve brave za zahvatanje Nekoliko časova, Danberova je držele LDEF nad tovarnim prostorom šatla, dok je *Marša Ajvins* (Marcha S lvins), treći specijaliste misije, kamerom snimala površinu satelita, obrativši posebnu pažnju na njegovu eluminijumsku oplatu koja je šest godina bila izložena intenzivnom kosmičkom zračenju Zatim je LDEF lagano utovaren i automatski pričvršćen u teretnom prostoru šatla

U završnoj etepi misije, malu uznemirenje među astronautima unelo je iznenedno aktiviranje jednog korekcionog mikroraketnog motora koje je prouzrokovelo lagano obrtenje šatla Senjom impulsa, komandant Brandenstajn, kome je ovo bio treći kosmički let, umirio je „Kolumbiju" Na velikU redost posade, let je produžen za jedan dan zbog guste magle ned vazduhoplovnom bazom „Edvards" (Kalifornija), gde je posada trebalo da aterira Sledećeg dana, 20. januare, magle više nije bilo i, posle rekordno dugog lete u programu „Spejs Šatl" koji je trejao 10 dene, 21 čas i 01 min, šatl „Kolumbija" blago sleće na Zemlju U trenutku sletanja, šatl je imeo rekordnu masu od 103,8 t

Orbite Pentagona

Zatišje u programu „Spejs Šatl" nastalo nakon eksplozije „Čelendžera" odrazilo se i na planove Ministerstva odbrane SAD koje je bilo prinuđeno da svoje izvođačke satelite i satelite namenjene eksperimentima u okviru programa SDI lansira na orbitu konvancionalnim reketama-nosačima „Delta 2" i „Titan 4" Po obnavljanju šatl-misija, Pentagon se nije odrekao svojih potrošnih lansera, dok je manji deo vojnog programa realizovao u programu „Spejs Šatl" *Tako je ovaj program ne najboljem putu de postane civilni, naučno-istraživački program, bez vojnih primesa Naime, sa izuzetkom jedne vojne misije, ostelih 26 misija planiranih za sledeće tri godine, imaće isključivo civilni karakter*

Prošle, 1990 godine, obavljene su dve tajne misije Prve je otpočela 28 02 1990 g lansiranjem šatla *„Atlantis"* Reč je od 34 letu sa službenom oznakom STS-36 Poletanje je prethodno odlagano pet puta Dva puta je prehlade komandante misije, astroneuta *Džona Krejtone* (John O Creighton) bila razlog odlaganja poletanja, dva puta je to učinilo nevreme nad Kejp Kanaveralom, a jednom kvar na kompjuteru šetle Osim Krejtona (drugi let), u sastav posade ulaze estronauti, pilot *Džon Kesper* (John H Casper, prvi let), I specijalisti misije *Ričard Malejn* (Richard M Mullane treći let), *Dejvid Hilmers* (David C Hilmers, treći let) i *Pjer Tjuo* (Pierre J Thuol, prvi let) Svi članovi posade su astronauti NASA-e U misiji nije uzeo učešće predstavnik Ministarstva odbrane, kako je to praktikovano u vojnim misijama pre eksplozije „Čelendžera"

Tokom osamnaestog obrtaja oko Zemlje, dvedesetsedam sati posle lansiranja, posada je, pomoću novog sistema za izbacivanje korisnog terete iz tovarnog prostora šatla, iskrcale izviđački satelit AFP-732 Reč je o avangardnoj



Specijalism misije STS-32 Marša Ajvins, uz osmeh se okreće u prostranom salonu aviona za uvežbavanje astronauta pri kratkotrajnom delovanju bestežinskog stanja.

kosmičkoj letelici vojna namena koja će se poznatim kosmičkim izviđačima tipa KH i LIRS predstavljati okosnicu američkog sistema za izviđanje i rano uzbunjivanje sa orbite. Masa satelita iznosi osamnaest tona, a cena oko 500 miliona dolara što dovoljno govori o nivou tehnologije koja je primenjena u satelitu. Za potrebe izviđanja, koristi se optičko-elektronska aparatura, kao i radioelektronski sistem za komunikacije koje teku zatvorenim kanalima radio-veze. Vojni stručnjaci smatraju da satelit može kontrolisati osamdeset procenata teritorije SSSR-a. Let šatla „Atlantis" je trajao četiri dane, deset sati i osamnaest minuta. Sletanje je uspešno obavljeno, na pisti baze „Edvards".

Blokada programa

Po završetku vojne misije, krajem aprila 1990 g., petočlana ekipa *Lorene Šrajvera* (Loren J. Shriver, drugi let) koju su sačinjevali astronauti *Čerls Bolden* (Charlas F. Bolden, drugi let), pilot, i specijalisti misije *Brus Mekendles* (Bruce McCandless, drugi let), *Ketrin Salivan* (Kathryn D. Sullivan, drugi let) i *Stiven Hauli* (Steven A. Hawley, treći let), istovarile je Hablov kosmički teleskop na orbitu u misiji STS-31 (bio je to 35 let), o čemu je „Galaksija" već pisala. Dok je šatl „Diskaveri" sa Hablovim teleskopom stajao na lansirnoj rampi 39B Kenedijevog kosmičkog centra, spreman za poletanje, ka susednoj rampi 39A ogromni guseničar-transporter, popularno nazvan „Gmizavac" (Crawler), zaostavštine iz programa „Apolo", nosio je šatl „Kolumbija" sa orbitalnom opservatorijom „Astro-1". Lansiranje šatla „Kolumbija" (misije STS-35/Astro-1) bilo je predviđeno za šesnaesti maj. Kada je šatl postavljen na lansirnu rampu, stručnjaci su uočili isticanje raketnog goriva (tečni vodonik) u sistemu za freonsko hlađenje šatla. Odlučeno je da se zameni teško dostupni ventil koji se nalazi ispod poda prednjeg dela tovarnog prostore šatla. Operacija zamene je izvedena na samoj rampi, a poletanje odloženo za tridesetl maj. Kada je do novog starta ostalo šest časova, ponovo je otkriveno isticanje goriva i to u spojnom ventilu magistrale kojom se tečni vodonik iz centralnog razervoara ubacuje u pogonski sistem šatla. Očigledno, nastao je ozbiljan problem. NASA donosi odluku da se šatl, po drugi put u istoriju programa „Spejs Šatl", sa lansirne rampe vrati u montažni hangar VAB, još jednu zaostavštinu iz programa „Apolo". Tamo je „Kolumbija" podvrgnuta detaljnom pregledu.

Na gubeći vreme, NASA izvodi na lansirnu rampu šatl „Atlantis" predviđen za vojnu misiju STS-38, koje je planirana za sredinu jula. Međutim, prilikom probnog punjenje razervoara gorivom, ustanovljeno je da gonvo ističe i kod „Atlantisa". Isticanje je registrovano samo onda kada je rezervoar napunjen i kada temperatura vodonika padne na — 215 stepeni C, što je dodatno komplikovalo situaciju. Odlučeno je da šatl „Kolumbija" sa novim spojnim ventilom, pozajmljenim od novog, četvrtog šatla „Indevor" koji je u fazi gradnje u Palmdejlu (Pylmdale), Kelifornija, zameni „Atlantis" na rampi 39A, a da ovaj bude vraćen. Sve ovo je uticalo na dodatni porast troškova misija.

Prilikom zamene ventila na šatlu „Kolumbija", stručnjaci su otkrili u njemu oko dvaste staklenih zrna *čiju prirodu nisu uspeli da objasne*. Sva u svemu, šatl „Kolumbija" sa opservatorijom „Astro-1" ponovo je postavljen na lansirnu rampu. Poletanje je predviđeno za prvi septembar, ali, dan ranije, otkazao je sistem za telemetrijsku predaju podataka jednog teleskope opservatorije „Astro-1". Start je, ponovo, odložen, ali inženjeri NASA-e otkrivaju novo isticanje goriva i to kroz ventil smešten u zoni repnog dela šatla, tako da je njegova zamena oduzela malo vremena. Start je odložen za osamnaesti september, ali ni tada šatl nije krenuo jer je uočeno novo isticanje goriva.

Pažnja se prenosi na susednu rampu 39B, gde je početkom septembra postavljen šatl *„Diskaveri" sa sunčevom letelicom „Odisej"*. Prioritet je dat misiji STS-41, budući da je „kosmičko okno" za lansiranje „Odiseja" prema Jupiteru bilo otvorano svega devetnaest dana u toku predstojećih osamnaest mesaci. Pripreme za polatanje šatla „Diskaveri"



Šatl „Kolumbija" nosen velikim guseničarom-transporterom, krece iz Montažnog hangara prema lansirnoj rampi

taku znatno brže i, posle petomesečna pauza, 06.10.1990. g. američki astronauti ponovo kreću u kosmos. Šest časova posle lansiranja, specijalista misije *Tomes Ekars* (Thomas D. Akers, prvi let) iskrcava letelicu „Odisej" u slobodni prostor. Čas kasnije, aktiviran je prvi stepen IUS pogonskog sistema „Odiseja" u trajanju od 145 s. Potom je 100 s radio drugi stepen saopštivši dodatno ubrzanja aparatu, da bi, na kraju, 30 s radio stepen PAM-C. Jadan čas i dvadeset četiri minuta nakon što je „Odisej" napustio tovarni prostor šatla, odvojen je od poslednjeg stepena pogonskog sisteme i kreće ka Jupiteru čije će ga gravitaciono polje usmeriti prema sunčevim polovima.

Ostatek četvorodnevna misije (36. let), petočlana posada je provela vršeći naučne eksperimenta. Astronauti *Viljem Šaperd* (William M. Shepherd, drugi let) i *Brjus Melnik* (Bruce E. Melnick, prvi let), specijalisti misija, isprobevali su metodiku zahvata dalova sunčeve baterije pomoču mehaničkog manipulatora. Eksperiment će pokazati da li je moguće ostvariti misiju spašavanje telekomunikacionog satelita „Intalsat 6", planiranu za sledeću godinu. Ovaj satelit je lansiran pre sedam mesaci, ali je, zbog nepreciznog rada poslednjeg stepena rakete — nosaća „Titan 3", dospeo na nisku orbitu. Telo satelita vrednog osamdaset miliona dolara, prekriveno je identičnim sunčavim baterijama sa kojima je oparisala posada šatla „Diskaveri".

U praskozorja, 10.10. 1990. g., komandant posade *Ričard Ričards* (Richerd N. Richards, drugi let) i pilot *Robart Kabana* (Robert D. Cabena, prvi let) prizemljili su šatl u bazu „Edvards", provarivši kočenje osnovnog stajnog trapa. Naime, NASA nemarava da obnovi sletanja svojih šatlova na betonsku pistu u Kanedijevom kosmičkom centru.

Tamo gde je vreme počelo

U međuvremenu, mehanička oštećenja na šatlu „Atlantis" otklonjena su u VAB-u, te je šatl transportovan do lansirna rampe. Na susednoj rampi je i dalje, strpljivo stejao šatl „Kolumbije", *ali je slad događaja u Persijskom zalivu uslovio poletenje šatla „Atlantis" u vojnu misiju*. Problema sa isticanjem goriva nije bilo, ali je tajni korisni teret, reč je, najverovatnija o satelitu za praćenje situacije u zalivu, omeo planirano polatanje. Nakon njegove opravka, šatl „Atlantis" kreće 16.11.1990. g. u misiju STS-38 (37. let). Astronauti, komandent *Ričard Kouvi* (Richard O. Covey, treći let), pilot *Frenk Kalbertson* (Frank L. Culbertson, prvi let) i specijalisti misije *Robert Springer* (drugi let), *Karl Mid* (Carl J. Meade, prvi let i *Čarls Gemar* (Charles D. Gemer, prvi let) istovarili su izviđački satelit na orbitu i, neuobičajeno dugo leteli u njegovoj blizini. NASA nije želela da komentariša ova manavra na orbiti, izbegavši da išta kaže o eventualnom kvaru na satelitu. Inače, nekoliko dana ranije, SAD su lansirale još jedan vojni satelit raketom-nosaćem „Titan 4", tako da se broj satelita uključanih u praćanje situacije u Persijskom zalivu povećao na dvanaest.

Misija je završena dvadesetog novembra, povratkom šatla „Atlantis" na pistu Kanadijevog kosmičkog centra na koju šatl nije slateo od 1985. godine.

Dugo odlagano poletanje šatle „Kolumbija" u misiju STS-35/Astro-1, konačno je obavljeno 02.12.1990. godina. U tovarnom prostoru šatla smeštena je jedna od verzija laboratorije „Spajslab", sastavljena od tri neharmetizovana panele. Na prva dva panela firma „British Aerospace" smaštena je rotaciona platforma sa teleskopima, delo nemačkih stručnjaka iz firme „Dornia". Platforme je korišćene u misiji 51F/Spejslab-2, avguste 1985. (19. let), a omogućava preciznije navođanja opreme na objekta posmatranja i nosi tri ultraljubičasta pribora. Najveći je UV-teleskop dužine četiri metra namenjen dobijanju spektralnih podataka u ultraljubićastom diapazonu o galaktičkim i vangalaktičkim objektima, posebno kvazarima. *Posaban zadatak ovog pribora je otkrivanja helijuma iz vremana „Velikog praska", sa samа granice vremana i prostora.* Za posmatranja zvezdanih grupa služi aparatura širokopojasnog opsega konstruisana u Godardovom kosmičkom centru. Pomoću ovog pribora, specijalisti za korisni teret *Samjel Djurans* (Samuel T. Durrance) sa Hopkinsovog univarzitata i *Ronald Periz* (Ronald Parlz (Ronald A. Perisa) astronom kompanija „Computer Sciance", tokom dasetodnavna misija, posmatrali su ponašanje drevnih nebeskih objakata, zvazda koja su znatno toplije od Sunca, ali manja mase od naše zvezda. Čitaoci ća se sigurno setiti da su poslednji specijalisti za korisni terat u programu „Spajs Šatl", Džarvis i Makolitove, leteli svega sedamdeset dva sekunde, nakon čega su nestali u eksploziji šatla „Čalendžer".

Treći element je UV-fotopolarimetar kojim su, specijalisti misije, astronauti *Džefri Hofman* (Jeffrey A. Hoffman, drugi lat) i *Džon Loundž* (John M. Lounge, treći let), inače astrofizičari po obrazovanju, po *prvi put vršili meranje polarizacione svetlosti u UV-diapezonu. Dobijeni su unikatni podaci o svojstvima međuzvezdane prašine, mada su ispitivanja pratila sitne tehničke poteškoće.*

Na dva panela opservatorije nestavlja se platforma sa širokopojasnim rendgenskim teleskopom koji je konstruisan, takođa u Godardovom kosmičkom centru, a bio je predviđen za posmatranje Halejeve komete, ali se od eksperimenta odustalo posle gubitka „Čalendžera". Pomoću ovog teleskopa, treći specijalista misije *Robert Perker* (drugi let) astronom sa dugim astronautskim stažom, pratio je izvore rendgenskog zraćenja koje je otkrila orbitalna automatska opservatorija „Ajnštajn". Osim astronomskih istraživanja, sedmočlana posada šatle je održala predavanja sa orbite za studente u Alabemi i Merilandu, a ostvaren je i kontakt preko radioveze sa sovjetsko-japanskom posadom na orbitalnom kompleksu „Mir". Komandant cele misije bio je veteran američke pilotirana astronautike, *Vens Brand* (Vance D. Brand, četvrti let), astronaut iz rezervne ekipe misija „Apolo 15" (1971. g.) i „Skajlab" (1973. g.), učesnik istorijske američko-sovjetske kosmićka misije „Apolo" — „Sojuz" (1975. g.) i dva šatl-misije (1982. i 1984. g.)

Dvanaestog decembra, šatl „Kolumbija" je pod komandom Branda i pilota misije Gija Gardnera (Guy S. Gardner, drugi let), sleteo na dno isušenog jezera u vazduhoplovnoj bazi „Edvards".

Od rekordnih 15 milijardi dolara koliko iznosi budžat NASA-e za ovu godinu, za realizaciju programa „Spejs Šatl" odvojeno je 2,3 milijardi dolara. Programom je bilo predviđeno da šatl „Diskaveri" sa sedmočlanom ekipom krene u osmodnevnu vojnu misiju, u okviru programa SDI, krajem januara. Poletanje je onemogućio poznati problem sa isticanjem goriva. Tri testirana razervoara nisu dobila prelaznu ocenu. Osim toga, problem je nastao i sa mehaničkim oštećenjam na šarkama se unutrašnje strane vrate tovarnog prostora. Na šarkama vrata sve tri šatla otkrivene su velike naprsline, koje su kod „Diskaverija" bila najveće. Zato je on, umesto ka zvezdama, krenuo sa lansirne rampe prema VAB-u, gde ća biti podvrgnut dvomesečnom testiranju. Njegovo poletanje se očekuja početkom maja. Pre „Diskaverija" u nebo če sa otisnuti početkom aprile šatl „Atlantis," sa opservatorijom za proučavanje gama-zračanja. Biće to trideset deveti let. ■

☐ *Grujica S. Ivanović*

Astrofizika

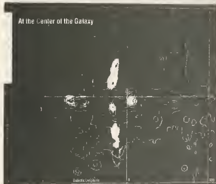
Magnetni Mlečni put

ZAGONETKA MAGNETNOG TORNADA

Proučavajući magnetno polje u Mlečnom putu, astronomi su prevalili dug put od vremena kada se verovalo da magnet „vrača muževe svojim ženama" i utiče na otklanjanje govornih mana. Predmet interesovanja astrofizičara danas su magnetna polja galaksija udaljenih milione svetlosnih godina. Magnetizam, svojevremeno smatran tabu temom u astronomiji, sve više postaje ključni činilac slike sveta koja nas okružuje.

„Za astrofizičare magnetno polje je isto što su polovi za psihoanalitičare," napiseo je jednom H.C. van de Halst (Hulst) sa Lajdenske opservatorije. Magnetizam je veoma važan činilac u svemiru ali je isto tako i tema o kojoj astrofizičari ne vole mnogo da govore. Magnetizam je jednostavno isuviše misteriozan za njih.

Iako magnetno polje ostavlje traga u



– Magnetni tornado (obeležen strelicom) je jasno vidljiv na karti magnetnog polja središta Mlečnog Puta.

svakom obliku zračenje koje dopire do nas iz svemira same njegove pojavne efekte je veoma teško posmatrati. Ovo je stvorilo veliku prazninu u posmatračkim podacima, što je prosto nateralo mnoge teoretičare da magnetizam jednostavno ignorišu u svojim razmatranjima.

Danas se situacije polako menja nabolje. Polako počinjemo da usvajamo činjenicu da gravitacija nije jedini pokretač svega u našoj galaksiji — magnetizam je važan činilac svega što se dešava u njenim spiralnim kracima. „Nagli razvoj posmatračkih tehnika i metoda omogucilo je adekvatnije određivanje uloge magnetnog polja u interstelarnom medijumu," rekao je Rajner Bek (Rainer Beck) sa instituta Maks Plank na poslednjoj konferenciji astrofizičara posvećenoj magnetizmu u svemiru.

Na primer, koristeći neke od tih novih tehnika tim japanskih radio-astronoma je otkrio neke čudne magnetne strukture u samom srcu naše galaksije. „To se može nazvati pravim magnetnim tornadom" kaže Yoshiaki Sofue sa Instituta za astronomiju u Tokiju. Tornado je proizvod različite brzine rotiranja galaktičkog diska i haloa (materije koja ga okružuje). On može biti reliktni ostatak magnetizma koji je postojao u primordijalnom oblaku gasa iz kojeg je nastao Mlečni Put. Danas ova magnetna polja izviru iz galaktičkog centra i formiraju svojevrstan mlaz dugačak 12 000 svetlosnih godina.

Od magnetita do svetlosti

Šta je u stvari megnetno polje? Magnetizam je sile koja drži zatvorena vrata vešeg hladnjaka ali i utiče na stvarenje zvezda i evoluciju galaksije. Iako se opis neobičnih osobina rude magnetita prvi put pojavljuje u starogrčkim rukopisima nekih 800 godine pre nove ere dve hiljade godine kasnije učinjen je semo mali korak napred u razumevanju uzroka i posledica delovanja magnetizme. U XIII veku još se verovalo da magnet „vrača muževe svojim ženama" i utiče na otklanjanje govornih mana pojedinaca.

Do XIX veka gotovo ništa nije urađeno na planu opovrgavanja ovih besmislica. Izraz magnetno polje prvi je upotrebio Majkl Faradej, jedan od najbriljantnijih eksperimentalnih fizičara koji su ikada postojali. Njegovo interesovanje za nauku pobudila su prve izdanja Encyclopaedio Britannice, štampana početkom XIX veka. On sam je često posmatrao neobične konture koje obrazuju opiljci gvožđa u polju stalnog magneta, koje kao de su ocrtavale sam njegov oblik. Faradej je i definiseo magnetno polje kao deo prostora oko stalnog megnete. Pošto same linije sila polja nisu vidljive Faradej se umnogome morao osloniti na moć apstrahovenje prilikom izvođenja eksperimeneta. Zanimljivo je pomenuti da je slavni Njutn svojevreme-

no odbacivao svaku pomisao o postojanju gravitacionog polja

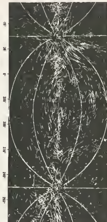
Odnos između magnetizma i elektriciteta otkrio je danski fizičar Hans Kristijan Ersted 1820. godine. On je primetio da igla kompasa skreće u polju oko provodnika kroz koji teče struja. Za samo nekoliko meseci Faradej otkriva obrnut slučaj: pomeranje stalnog magneta pored provodnika dovodi do indukovanja struje u njemu. Ova otkrića su omogućila Džemsu Klarku Maksvelu da dve sile (magnetnu i električnu) ujedini u jedinstvenu, elektromagnetnu. Direktna posledica ove unifikacije je objašnjenje prirode svetlosti i drugih oblika elektromagnetnog zračenja.

Polja u vakuumu

Lako je zamisliti magnetno polje oko pravolinijskog provodnika, ali zapitajmo se kakva su polja u samom svemiru? Iako nam se interstelarni prostor čini sasvim praznim on ipak nije savršen vakuum pošto ga ispunjavaju slobodni elektroni, fotoni i raznorodni nosioci slobodnog naelektrisanja (kao npr. joni). Slobodni elektroni su napustili matična atome usled difuzije zvezdane svetlosti na česticama međuzvezdane prašine ili čak usled mnogo burnijih događaja kakav je npr. eksplozija supernove. Ersted je otkrio da magnetno polje uzrokuju naelektrisanja koja se kreću. Budući da je svemir ispunjen elektronima u pokretu logično je očekivati da oni uzrokuju pojavu makroskopskog magnetnog polja velikih razmera. Naravno ono to zaista i čini. Elektroni u kretanju dovode do pojave (promenljivog) magnetnog polja koje na svoju ruku indukuje određeno električno polje i tako redom. Ovo je upravo opis stvarnih procesa u interstelarnom medijumu (i ne samo u njemu. Magnetno polje igra ogromnu ulogu u procesima koji se dešavaju i na našem Suncu).

Opisan proces može da se odvija beskonačno dugo, pod uslovima da ne dođe do gubitka energije. Jednom stvoreno u nekoj jonizovanoj sredini magnetno polje bezbroj puta prolazi kroz pomenuti ciklus.

Magnetno polje je „zamrznuto" u interstelarnim gasnim oblacima, tačnije predstavlja njihov konstitutivni deo. Ako dođe do postepenog kondenzovanja oblaka jačina polja poprima enormnu vrednost. U izvesnom trenutku ono potpuno zaustavlja dalju kondenzaciju. Sličan proces se dešava i u našem neposrednom susedstvu. Zamrznuto magnetno polje u Sunčevom omotaču izbija na površinu stvarajuci poznate sunčeve pege. Interakcija između segmenata smrznutog polja uzrokuje pojavu solarnih baklji, tj. protuberanci. Uloga magnetnog polja u životu Sunca je toliko važna da Robert Lejton (Leighton) ima običaj da kaže: „Kada Sunce ne bi imalo magnetno polje bilo bi isto onako neinteresantno mesto kakvim ga većina astronoma danas smatra."



— „Suprotni magnetni polovi" u okolini Sunčevog sistema nastaju kao efekat perspektive.

Magnetno polje uspeva da stvari učini čak veoma interesantnim. Sa galaktičke tačke gledanja interstelarna polja su takođe zamrznuta ali je kretanje interstelarne materije veoma sporo. Dok neka eksplodirajuca zvezda ne promeni to stanje, čini se da jednom stvoreno ovakvo polje može da egzistira do kraja života galaksije i samog svemira.

Kako videti magnetno polje?

Vektor magnetnog polja na površini Zemlje je okarakterisan pravcem, smerom i intenzitetom. Linije sila ovog polja se prostiru između magnetnih polova koji su duboko u planetarnoj kori. Igla kompasa ne pokazuje samo pravac sever-jug, već se malo i naginje nadole. Jačina ovog polja je oko 0,5 gausa (poređenja radi, jačina magnetnog polja stalnog magneta dostiže više hiljada gausa). Prosečna jačina Sunčevog magnetnog polja je oko 1 gaus. Na drugoj strani jačina magnetnog polja Mlečnog Puta varira od jednog do nekoliko desetina mikrogausa.

Galaktičko polje ne možemo izučavati razmeštajuci igle kompasa oko cele galaksije. Zbog toga astronomi tragaju za polarizovanom svetlošću zvezda (radijacija u kojoj talas osciluje samo u jednoj ravni). Svetlost se normalno sastoji od talasa koji osciluju u svim pravcima a polarizuje se najčešca prilikom prolaska kroz neki gasni oblak. Može se pokazati da se čestice prašine u tim oblacima nagomilavaju oko linija sila magnetnog polja (slično opiljcima gvožđa). Ovakvi gasni oblaci deluju kao svojevrsni polarizatori. Kada nepolarizovana svetlost nekoga objekta dospe do gasnog oblaka kroz njega prolazi samo ona komponenta koja osciluje u pravcu magnetnih linija sila, dok se ostale komponente poništavaju. Određivanje ravni polarizacije (pa i samog prisustva polarizovane svetlosti) vrši se pomoću tzv. analizatora.

Radio talasi takođe mogu biti polarizovani. Ako ste ikada koristili kućnu TV antenu sigurno ste primetili da prijem različitih kanala zahteva i različita usmerenja antena. Praktično morate znati ravan polarizacije određenog kanala da bi imali bolji prijem. Isto važi i za radio talasa iz svemira.

Veza između polarizacije svetlosti i radio talasa otkrivena je 1949. godine kada su dva astronoma, Viljem Hiltner i Džon Hol (Hall) pokušali da odrede polarizaciju svetlosti izvesnog binarnog sistema (dvojne zvezde). Rezultat ih je nemalo iznenadio: svetlost dvojne zvezde uopšte nije bila polarizovana, tako de je oborena teorija koju su pokušali da dokažu (teorija nije od većeg interesa za ovaj tekst), ali su shvatili da je stepen polarizovanosti nekog svetlosnog zraka upravo srazmerna količini interstelarne prašine kroz koju zrak prolazi na svom putu do nas. Ovaj nalaz je bio prvi dokaz postojanja međuzvezdanog magnetnog polja.

Kartografija magnetnog polja

Do Holovog i Hiltnerovog otkrića posmatrana je polarizacija svetlosti hiljeda zvezda. Mapa koja je dobijena (sl. 2) na osnovu ovih posmatranja pokazuju strukturu magnetnog polja Mlečnog Puta sve do udaljenosti od trideset hiljada svetlosnih godina od Sunca (to je stvarni region našeg spiralnog kraka).

Na mapi se jasno uočava da je oko galaktičke longitude od 140 stepeni ravan polarizacije (a samim tim i pravac linija sila magnetnog polja) gotovo paralelna sa galaktičkim ekvatorom. Ova područja se prividno nalaze u sazvežđima Kasiopeje i Perseja. Linije polja na mestu koje odgovara našem položaju u Mlečnom Putu se protežu paralelno Orionovom kraku u kojem se nalazi Sunčev sistem.

Pored opisanih ova mapa pokazuje i neke neobične formacije. Na galaktičkim longitudama od 225°(region Velikog Medveda) i 45°(u Orlu) vidimo nešto što bi na prvi pogled mogli nazvati suprotnim polovima: gotovo sve linije sila teže

de se seku u pomenutim tačkama. Ovo nestaje prevashodno usled perspektive (zbog gledanja duž našeg spiralnog kraka. Linije sila su paralelne kraku pa se prividno seku u beskonačnosti, kao paralelne šine na pruzi). Druga neobična struktura je sjajna radio emisija projektovana na ravan Mlečnog Puta na longitudi od oko 30°. Ova struktura, nazvana Polarna Mamuza, po mišljenju astronoma predstavlja ostatak eksplozije supernove koje se odigrala pre nekoliko miliona godina. Sama strukture je veoma složena i sastoji se od slojeva gasa čiji prečnik danas iznosi nekoliko stotina svetlosnih godina koji nastavljeju da se šire uprkos vremenu koje je proteklo od njihovog burnog nastanka.

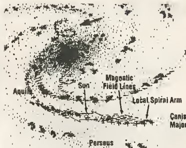
Određujući strukturu magnetnog polja Mlečnog Puta činimo i veliki korak napred u razumevanju slike kretanja interstelarne materije oko centra galaksije. Sve dok je međuzvezdana materija blago jonizovane (tj. nije električno neutralna) i magnetno polje „smrznuto", ono će i određivati parametre pomenutog kretanja zbog činjenice da se naelektrisana materija može kretati samo duž linija sila magnetnog polja a nikako ih ne može seći. Karta magnetnog polja Mlečnog Puta je u stvari mapa skrivenih sila koje kontrolišu strukturu međuzvezdane materije.

Uvrnuta svetlost

Još jednu važnu činjenicu o prirodi magnetnog polja među zvezdama saznali smo 1960. godine, kada je otkriveno da su radio talasi iz Mlečnog Puta, drugih galaksija i kvazara neznatno polarizovani. Ova polarizacija nije nastajala kao rezultat dejstva međuzvezdane materije već se uzrok njenog nastanka nalazio u samim izvornima zračenja. Pre nego što dolazi do naših detektora ovo zračenje prolazi kroz izvestan proces sličan svojevrsnom „uvijanju", a uzrok mu je magnetno polje slobodnih elektrone koje ispunjava celokupan svemir. To polje je uzrok rotiranja (zakretanje) ravni polarizacije talasa. Ugao ovog zakretanja zavisi od talasne dužine zračenja (osnove ovog efekta otkrio je još Faradej 1845. godine).

Danas astronomi posmatraju Faradejevu rotaciju u cilju određivanje dva važna svojstva svakog magnetnog polja: ugao polarizecije u samom izvoru zračenja i smer i pravac magnetnih linija sila između izvora i posmatrača na Zemlji. Ključni rezultat ovih posmatranja bilo je otkriće neočekivane veze između magnetnog polja Mlečnog Puta i njegove spiralne strukture. Karte neba izrađene od strane Filipa Kronberga sa Univerziteta u Torontu pokazuju da se linije sila magnetnog polja protežu spiralno oko jezgra naša galaksije stvarajući konturu koja veoma nalikuje spiralnim kracima.

Kada bi mogli putovati prema centru Mlečnog Puta primetili bismo da linije sila magnetnog polja menjaju smer zavisno od toga da li se prostiru unutar kraka ili izvan njega. Izvan spiralnog kraka u sazvežđu Strelac lociranog oko 6500 svetlosnih godina daleko od Sunca igla kompasa bi pokazivala orijentaciju u pravcu galaktičke rotacije. Unuter kraka igle bi se zaokrenula za 180°.



— Magnetno polje Mlečnog Puta (magnetni tornado obeležen strelicom)

Magnetni tornado

Iz gore navedenog sa vidi da magnetno polje Mlečnog Puta ima oblik tenkih spiralnih kraka koji konvergiraju u centru galaksije. Tim japanskih astronoma je proučavao šta se dešava sa tim kracima kada dosegnu galaktičko jezgro. Masuto Tsuboi, Makato Inoue i drugi, specijalisti za radio polarizaciju u regionu galaktičkog centra, sa Nobejame Radio Opservatorije otkrili su svojevrstan mlaz materijala koji se valikom brzinom izbacuje iz jezgra naše galaksije. Magnetne linije sila se protežu duž tog mlaza formirajući „magnetni tornado" u srcu Mlečnog Puta. Tornado se može porediti sa radio bljeskovima koji su registrovani u jezgrima izvasnog broja aktivnih galaksija i kvazare. U stvari, ovaj mlaz ne mora postojati i danas. Ono što mi možda vidimo je samo fosilizovani ostatak magnetnog polja preostao iz vremena burne aktivnosti naše galaksije.

Yoshiaki Sofue je jedan od sve većeg broja istraživača koji veruju da je tornado dokaz pretpostavke o ranom nastajanju magnetnog polja u našoj galaksiji. Prvobitno polje, nastalo u procesu formiranja galaksije, se smanjivalo keko je galaksija rotirala tako da je danas najviše koncentrisano u regionu centra.

Slika galaksije posmatrane u ovom svetlu je veoma složena. Linije sila magnetnog polja koje prolaze blizu kraka u kojem se nalazi Sunčev sistem spiralno uviru u centar galaksije na jednom njegovom kraju, dok se linije sila koje prolaze kroz krak ulivaju u sasvim drugom. Obe grupe se zatim prostiru daleko izvan našeg zvezdanog sistema gde se prepliću sa linijama sila magnetnih polja drugih galaksija.

Očigledno je da magnetno polje u svemiru ne možemo predstaviti kao mrežu linija koje povezuju suprotne polove locirane negde između zvezda. U stvari čini se da je „zamrznuto" magnetno polje naše galaksije zadobilo oblik kakav poseduje isključivo usled eona rotiranja galaksije oko svoje ose.

Uprkos očiglednom postojanju magnetnog polja Mlečnog Puta samo njegovo poreklo je i dalje skriveno velom tajni. To je klasičan slučaj pitanja šta je nastalo, kokoška ili jaje (tj. magnetno polje ili električna struja)? Jedna teorije se bazira na postojanju snažnog električnog izvora u Mlečnom Putu. Ovakav dinamo koji je postojao veoma davno bi mogao proizvesti kontinualno magnetno polje koje bi kasnije pretrpilo distorzije i lokalne poremećaje snaga usled događaja kakav je npr. eksplozija supernove. Druga teorija govori da je se formiranjem galaksije nastalo njeno primordijalno magnetno polje koje bi bilo direktan ostatak Velikog Praska. Isprva homogeno kasnije bi prestalo da to bude usled dinamo efekta.

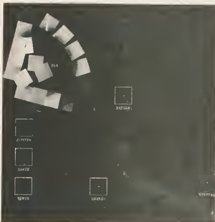
Učaći kako da izučavaju magnetno polje u Mlečnom Putu astronomi su prevalili dug put od dana kada su se magnetima lečile bolesti i održavali brakovi. Danas oni proučavaju magnetna polja galaksija dalekih milionima svetlosnih godina. Magnetizam, svojevremeno smatran tabu tema u astronomiji, sve više postaje ključni činilac slike sveta koji nas okružuje.

Astronomija

Voyager na novom putu

MISIJA SVIH VREMENA

„Misija svih vremena" — reči su dovoljne da okarakterišu letove međuplanetarnih letelica Voidžer (Voyager — Putnik). Nakon što su poslale na hiljade snimaka svih velikih spoljnih planeta i njihovih satelita, te obilje podataka koji su nam znatno približili ono što je do pre svega petnaest godina bilo nedokučivo, letelice se strahovitom brzinom udaljavaju od Sunca definitivno napuštajući svoj dom — Sunčev sistem.



Porodični portret Sunčevog sistema načinjen međuplanetarnom letelicom Voyager-1. Lukovi oko Sunca nastali su usled višestruke refleksije unutar optike na aparatima Planete Venera i Zemlja, toliko su sićušne, da se posmatrano iz Voyagerove perspektive, gotovo gube u Sunčevom blještavilu.

Udaljenost od preko šest milijerdi kilometara na kojoj se nalazi Voidžer-1 seda je postala dovoljno velika da mu omoguci jedinstven pogled na Sunčevu planetarnu porodicu Prvi put su se u vidnom polju jedne čovekove tvorevine našle sve planete solarnog sistema, zejedno se svojom matičnom zvezdom — našim Suncem. Ovo su bili poslednji snimci koje nam je poslao Voidžer, čime je ovaj deo misije na nejbolji naćin krunisan

Dve letelice tipa Pionir (Pioneer) upućene sa Zemlje 1972 i 1973 godine, imale su tada revolucionaran zadatak da detaljnije ispitaju divovske svetove Jupitera i Saturna Obe letelice (Pionír-10 i Pionir-11) uspešno su uradile svoj deo posla uputivši nam do tada nevidene fotografije Jupltera i Saturna, njegovih satelita i mnogo toga što krasi ove predivne džinove U to vreme, već su se uveliko izvodile pripreme za novu, unapredenu verzlju sa slićnim zedatkom Tako je 20 avgusta 1977 godine lansiran Voidžer-2 a šesnaest dana kasnije i Voidžer-1

Novi ciljevi misije

Na prvi pogled, zbunjujuća je činjenica da je Voidžer-2 lansiran pre Voidžera-1 Neime, prva letelica lansirana je na takvu putanju koja je zahtevala dužl let do prvog cilja, Jupitera Tako je Voidžer-1 nadleteo Jupiter četiri meseca, a Saturn devet i po meseci pre Voidžera-2 I mada su misijom plenirana samo istraživanja Jupitera i Saturna, dakle kao i kod prethodne dve sonde tipa Pionir, Voidžeri su lansirani u vreme izuzetnog i retkog poravnanja spoljnih planeta koje se dešava jednom u sto sedamdeset šest godina Uprevo je ovakva konfiguracije planeta omogućila jednoj od sondi da, krecući se od jedne do druge, ze samo dvanaest godina proleti kraj sve četiri velike spoljne planete

Voidžer-1 s razlogom je upućen ka Titanu, najvećem Saturnovom mesecu Bliski susret sa Titanom dokazeo je pretpostavke o debeloj ezotnoj atmosferi se kompleksnim, ugljenikom bogatim organskim jedinjenjima i površinom prekrivenom jezerima tečnih hidrokarbonata. Za čoveka kao tipičnog predstavnika života bezirenog na ugljeniku i sa uglavnom azotnom atmosferom, Titan je bio svet isuviše interesantan da bi ostao neispitan

Ovim se, međutim, Voidžer-1 dovoljno udaljio od ekliptičke ravni zbog čega nisu više postojali uslovi za dosezanje sledeće eventualne tačke — planete

Uran S druge strane, zahvaljujući detaljnim i uspešno obavljenim ispitivanjima Saturnovog sistema, planeri misije odlučili su da Voidžer-2 pored ove planete proleti na takav način koji će mu omogućiti da ponovo iskoristi efekat gravitacione praćke. Tako je ova letelica, zahvaljujući gravitaciji prstenastog diva Saturna, dobila dovoljno dodatno ubrzanje da bi dosegla svoj nov cilj — Uran. No, na ovu odluku čekalo se sve dok prva letelica potpuno nije završila svoju planiranu misiju u blizini Saturna te njegovom gravitacijom upućena van ekliptike brzinom dovoljnom da napusti Sunčev sistem.

U trenutku odluke i definisanja novih ciljeva misije, još uvek se nije znalo hoće li instrumenti letelica izdržati, premda je nuklearnim pogonom obezbeđeno napajanje koje može potrajati do početka 21. veka. Sve u svemu, kao što to danas vrlo dobro znamo, Voidžer-2 je nakon proletanja pored Urana januara 1986. godine izvršio sve dodatne zadatke vezane za ovaj sistem, odakle se uputio ka Neptunu proletevši pored njega u avgustu 1989. godine. U tom trenutku sićušni i zagonetni Pluton bio je već odviše daleko da bi ga letelica svojim kursom mogla obuhvatiti. Pridruživši se svom bratu blizancu, sonda se uputila ka međuzvezdanom prostoru.

Tako su Voidžeri od početka svog istorijskog pohoda pa do danas poslali preko šezdeset sedam hiljada snimaka četiri velike spoljne planete i njihovih pedeset sedam poznatih satelita. Prvi put smo videli i detaljno upoznali predivne daleke svetove Urana i Neptuna, otkrili postojanje prstenova oko svih divovskih planeta, upoznali njihove mesece i otkrili mnoge nove satelite, eruptivne vulkane Jupiterovog Joa, ledenu površinu Evrope, zagonetni teren Uranove Mirande, gejzire Neptunovog Tritona.

Zahvaljujući poduhvatima Pionira i Voidžera, podaci koji su tokom proteklih petnaestak godina stizali od njih bili su sve to vreme u centru pažnje naučne javnosti. Treba reći da su Pioniri projektovani tako da ostanu u funkciji svega dvadesetak meseci. Nešto dužeg veka trebale su biti letelice Voidžer. Sva četiri letelice danas se, međutim, nalaze daleko od svog doma i ogromnim brzinama hitaju ka interstelarnom prostoru, ka heliopauzi, ivici sfere Sunčevog magnetnog polja gde Sunčev vetar postaje slabiji od vetra naelektrisanih čestica drugih zvezda. Smatra se da će letelice doći do ovih oblasti u toku ove decenije, eventualno početkom sledećeg veka. S obzirom na relativno dobro stanje vitalnih instrumenata zaduženih za ovakva merenja, očekuje se da ćemo uskoro primiti nove informacije od Voidžera i Pionira. Misija se, dakle, nastavlja.

Porodični portret

Što se tiče snimaka čini se da su sonde uradile praktično sve. No, dovoljno su daleko da se Sunce zajedno sa svim planetama nađe u „vidnom polju" njihovih kamera, a uređaji dovoljno snažni da planete u njima ostanu vidljive. Voidžeri su tako došli u jedinstvenu priliku da načine grupni portret Sunčevog sistema na kojem će se uz matičnu zvezdu naći i svi njeni pratioci. Čuveni Karl Sagan (Carl Sagan), nepopravljivi optimista, između ostalog i član Voidžerovog imidžing tima, radio je na dobijanju ovih snimaka čitavu dekadu i to planirao kao završni Voidžerov zadatak.

Za „fotografa" porodičnog portreta izabran je Voidžer-1. Naime, ova sonda je nakon ispitivanja Saturna upućena van Sunčevog sistema i nije bila opterećena dodatnim zadacima ispitivanja Urana i Neptuna koje je izvršio Voidžer-2. Znači da su njeni instrumenti u manjoj meri oštećeni „gledanjem" nazad ka Suncu. Voidžer-2 je, s druge strane, iza Neptuna i kreće se mnogo bliže ekliptičkoj ravni pa je iz njegove perspektive Jupiter suviše blizu Suncu da bi uspešno bio snimljen.

Na Svetog Valentina, 14. februara 1990. godine, Voidžer-1 usmerio je svoje kamere na niz raznobojnih tačkica grupisanih u blizini sazvežđa Orion. Letelica se tada nalazila na neverovatnoj



udaljenosti od preko šest milijardi kilometara od Sunca, trideset dva stepena iznad ekliptike. Načinila je tada trideset devet širokougaonih i dvadeset jedan uskougaoni snimak. Uskougaona kamera snimala je sedam od devet planeta kroz svaki od tri kolor filtara. To je stručnjacima JPL-a (Jet Propulsion Laboratory) omogućilo da dobiju kolor portrete planeta koji su uklopljeni u dijagram na stranicama 64 i 65. Snimci su omogućili i sklapanje mozaika svih snimaka u jednu celinu. Tako smo na jednom mestu, prvi put do sada, dobili portret Sunca i njegove planetske porodice.

Porodični portret je, ipak, ostao nepotpun. Sićušni Merkur i Mars izgubili su se u Sunčevom blještavilu. Svetlost reflektovana sa dalekog i najmanjeg Sunčevog pratioca, Plutona, isuviše je slaba da bi bila registrovana Voldžerovim kamerama.

Nijedna od narednih planiranih letelica generacija koja sledi neće se naći u takvom položaju da bi načinila novi grupni portret. Magelan, Galileo, Mars-94 te Mars Observer i CRAF (Comet Rendezvouz / Asteroid Fluby) kao i letelice Cassini misije, sve će biti zarobljene gravitacijom objekata koji su im ciljni i ostaće da večno orbitiraju oko njih. Perspektiva iz koje nas je Voidžer posmatrao ostaće još dugo jedinstvena.

Nakon što su nam astronauti Apola poslali prve slike Zemlje iz svemira, do danas smo već navikli da našu rodnu planetu gledamo kao usamljenicu okruženu crnilom svemirskog prostora kojem pripada. Voldžerovi snimci pokazali su nešto sasvim drugo. Posmatrajući ove snimke teško je osloboditi se osećaja neraskidive povezanosti svih članove Sunčeve porodice. Zaista nismo sami. Oko Sunca okreću se predivni, bratski svetovi, na svom zajedničkom putu oko centra galaksije. Hvala ti, Voidžere! ■

□ *Dejan Predić*

Smrtonosni kosmoidi

Zagonetna pretnja svemirskim sondama

*Nedavno je u astronomskim krugovima objavljena vest da su dvojica astronoma, **Moris Dabin** (Maurice Dubin), iz Centra za kosmičke letove u Grinbeltu, i **Robert Soberman** (Robert Soberman), sa univerziteta Pensilvanija, otkrili novu klasu malih kometa, nazvanih kosmoidi, koji u prečniku imaju jedva 10 do 12 milimetara. Odmah po ovom otkriću oni su agenciju NASA upozorili da će kosmička sonda „Galileo“, ubrzo posle ulaska u orbitu oko planete Jupiter 1995. godine, po svoj prilici biti oštećena, — a možda i uništena u sudaru sa nekim od ovih kosmoida. U vezi sa tim Soberman kaže: **„Mi pokušavamo da ne budemo suviše pesimistični, ali je velika verovatnoća da će doći do većeg broja sudara kosmičke sonde sa kosmoidima“.***

Do ideje o postojanju kosmoida Dabin je došao pri pokušajima da reši astronomsku zagonetku, koju je Soberman izneo pre 15 godina. Kosmičke sonde „Pionir 10 i 11“, koje su započele svoje putovanje kroz sunčev sistem ranih sedamdesetih godina, imale — su svaka po četiri mala teleskopa, koje je Soberman postavio radi otkrivanja malih i velikih meteorida ili asteroida, koji su proletali pored sondi. Zamisao je bila da će oni prvo ući u polje vida prvog, pa drugog i tako redom teleskopa, što će onda Sobermanu omogućiti da izračuna njihovu brzinu i orbitu.

Međutim, to se nije dogodilo. Iako su teleskopi na sondama zabeležili 283 svetlosna traga, Soberman nije na osnovu njih mogao da izračuna bilo koju orbitu. U većini slučajeva ti svetlosni tragovi su se pojavili na dva ili više teleskopa istovremeno, i to u prvom trenutku kao tamni objekti da bi, onda iznenada blesnuli jarkom svetlošću. Soberman uopšte nije mogao da utvrdi šta bi to moglo biti.

Kada je Dabin pre nekoliko godina počeo da analizira te jarke bleskove oni su ga odmah podsetili na repove kometa. Kada se kometa približi na oko 500 miliona kilometara od Sunca — što je polovina razdaljine između Jupitera i Marsa — led na njenoj osunčanoj strani počinje da apsorbuje dovoljno toplote da se njena kristalasta struktura počne da menja. Ovo „fazno menjanje“ otopljava led, omogućavajući vodenoj pari da počne da struji sa površine komete i da se izdužuje u dugačak, svetleći rep. Velika kometa, kao što je na primer Halejeva, gubi tako na kubike metara materijala na svakoj orbiti, ali pošto joj prečnik iznosi više kilometara, to je potrebno da proteknu milioni i milioni godina dok sasvim ne nestane.

Međutim, majušne komete, rezonovao je Dabin, mogle bi se ponašati na sasvim drugačiji način. Njihova struktura bi mogla biti mnogo delikatnija — suviše delikatne da se odupra i izdrži stres "faznog menjanja", koje počinje na udaljenosti od 500 miliona kilometara od Sunca. Na izvesnoj udaljenosti od Sunca, što zavisi od njihove veličine, one se trenutno raspadaju i pretvaraju u oblak visoko refleksivnog snega. Rezultat svega toga je, na kraju, blesak svetlosti.

Dabin je, zatim zapazio da su teleskopi na sondama „Pionir“ beležile samo bleskove svetlosti koji su se dešavali na granici od 500 miliona kilometara od Sunca, što ga je navelo da



Sovjetska svemirska stanica „Mir“

Sobermane ubedi da su vinovnici čitave te astronomske zagonetke bile, u stvari, majušne komete ili kosmoidi. Posle toga se pokazalo da bi ovi kosmoidi mogli da objasne i pojavu za koju se Soberman čitavo vreme interesovao: poreklo zodijačke svetlosti, bledog sjaja u ravni sunčevog sistema, za koju se uvek smatralo da predstavlja sunčevu svetlost odbijenu od asteroidne prašine. Drugi instrumenti na sondama „Pionir" su pokazali da zodijačka svetlost nestaje izvan granice od 500 miliona kilometara od Sunca, isto kao i ranije pomenuti bleskovi svetlosti.

Na osnovu ovako prikupljenih podataka Dabin i Soberman sada tvrde da zodijačku svetlost stvaraju kosmoidi — od kojih neki imaju u prečniku i do 3 metra, dok je većina ostalih mala kao rečni oblaci — dok dolaze iz oblaka kometa koji okružuju sunčev sistem i eksplodiraju u prostoru između unutrašnjih planeta. Što je još značajnije, kosmoidi bi mogli da objasne zbog čega planete u spoljašnjem sunčevom sistemu imaju prstenove. Materijal iz tih prstenova neprekidno pada na te planete, ili ga meteoridi rasturaju po kosmičkom prostoru, tako da se oni na neki način moraju popunjavati. Neprekidna struja kosmoida bi, verovatno, mogla to da obavlja.

Dabin i Soberman se nadaju da bi kosmička letelica „Kasini", čije se upućivanje ka planeti Saturn planira za 2002. godinu, mogla svojim instrumentima da potvrdi postojanje kosmoida. U međuvremenu, na svom putu ka planeti Jupiter već se nalazi kosmička sonda „Galileo" koja bi, isto tako, mogla da obavi taj zadatak. Dok su kosmičke sonde „Pionir" i „Vojadžer" prolazile svojevremeno pored planete Jupiter samo nekoliko dana, dotle će kosmička sonda „Galileo" boraviti u njegovoj blizini najmanje 22 meseca, pa će imati dovoljno vremena da se susretne i sa kosmoidima. **„Kao i svi objekti u kosmičkom prostoru i kosmoidi imaju u sebi neverovatnu udarnu energiju,"** kaže Soberman, **„pa ako i najmanji od njih, sa težinom od svega hiljaditog dela jedne unce (28,3 gr), udari u sondu „Galileo" to bi bilo ravno udarcu teškog kovačkog malja".**

Stručnjaci koji rukovode letom kosmičke sonde „Galileo" za sada nisu baš mnogo zabrinuti njenom sudbinom, s jedne strane zbog toga što ideju o kosmoidima još uvek smatraju hipotetičnom, a s druge, kažu, da ako je ta ideja i tačna onda oni tu ne mogu ništa više učiniti. Šef misije kosmičke sonde „Galileo", **Torens Džonson** (Torrence Johnson) kaže o tome: **„Preduzeli smo na osnovu iskustva ranijih sondi posebne mere da zaštitimo sondu „Galileo", i to je sve što smo mogli učiniti".■**

■(M. Đ.)

Bliži li se smrtna agonija Sunca

KOSMIČKA METAMORFOZA

Za pet ili šest milijardi godina, naše Sunce će jednog dana, kada se bude radalo, ispuniti čitavo nebo. Pošto bude iscrplo sve rezerve vodonika u svojoj kori, Sunce će se naduti i pretvoriti u ogromnog crvenog džina, sto puta većeg nego što je danas. Planete Merkur i Veneru Sunce će progutati, dok će naša planeta postati istopljena pusta zemlja sa potpuno isparenim okeanima i morima. Međutim, to „čistilište" će potrajati svega nekoliko hiljada godina. Crvena džinovska zvezda će početi da pulsira, da se širi i skuplja i da skida sa sebe jedan po jedan sloj atmosfere, sve dok ne ostane samo njena gusta, svetla kora· tada će postati bela patuljasta zvezda, koja će osvetljavati ljušturu od gasa koja je okružuje i koja će sjajiti kao što sjaji onaj magleni venac oko ulične svetiljke.

Ovakvu sudbinu u dalekoj budućnosti predviđaju astronomi našem Suncu i planetama u njegovom sistemu. Da će to biti tako najbolje potvrđuju njihove reči: „... pa mi smo takav svemirski scenario videli već hiljadama puta". I stvarno, oni su hiljadama puta imali priliku da posmatraju te sjajne venca oblaka, koje nazivaju planetarne magline i koje spadaju u najlepše objekte na nebu. Međutim, dok je ideja da su planetarne magline evoluirale od crvenih džinovskih zvezda široko prihvaćena, ona još uvek ostaje u domenu teorije. Životni vek zvezda kao što je Sunce je toliko veliki, a prelaz od crvene džinovske zvezde do planetarne magline tako brz, da su šanse da se događanje tog prelaza vidi, stvarno izuzetno retke.

Dvojici astronoma, *Martinu Šeperdu* (Martin Shepherd) i *Džimu Kounu* (Jim Cohen), sa univerziteta Mančester, dogodilo se, međutim, baš to. Uspelo im je da vide dva hibridna objekta koji emituju zračenje karakteristično za crvenu džinovsku zvezdu koja stari i planetarnu maglinu. Utvrdili su, takođe, da zračenje u stilu crvene džinovske zvezde dolazi iz jednog venca gasa, odnosno iz planetarne magline. Drugim rečima, oni su uhvatili crvenu džinovsku zvezdu u trenucima umiranja i pretvaranja u patuljastu zvezdu.

Oznaka crvene džinovske zvezde koje stari — u astronomiji poznatoj kao zvezda OH-IR — je jak signal na 1612 megaherca, u mikrotalasnom području spektra. Zračenje dolazi od hidroksilnih jona (OH) — molekuli vode iz kojih su izvučeni atomi vodonika — u otpacima od ruševina crvene džinovske zvezde. Ispuštajući iz sebe fotone od 1612 megaherca ovi joni istovremeno stimulišu druge hidroksilne jone da zrače na istoj frekvenciji, čime se i sam signal pojačava. Isti proces se odigrava i u laseru, pa su regioni ovakvog kosmičkog emitovanja poznati i kao maseri, ili mikrotalasni laseri.

Kako crvena džinovska zvezda otkida sa sebe sloj po sloj atmosfere, tako se njena kora sve više ruši i skuplja, da bi se na kraju od nje stvorila bela patuljasta zvezda, veličine planete. Kako se njene nuklearna vatra, usled nedostatka goriva, sve više smanjuje, to i njena kora sve više podleže sili gravitacije. Ali, pod dejstvom sile gravitacije ona se još uvek zagreva i njena temperatura iznosi nekoliko stotina hiljada stepeni. Vetrovi puni čestice brišu površinom bele patuljaste zvezde velikom brzinom, podižu sa nje mnogobrojne otpatke i iznose ih u velike visine, obrazujući pri tom venac od gasa i otpadaka oko same zvezde. Istovremeno, udarni talas ultraljubičastih fotona sa patuljaste zvezde izbija elektrone iz vodonika i drugih atoma u vencu gasa i otpadaka. Slobodni elektroni emituju tada radio talase u neprekidnom području, kada se sudare sa jonima, ovi emituju razdvojene linije zračenja preko širokog područja spektra, uključujući tu i vidljivu svetlost. Tako izgleda karakteristično zračenje iz planetarne magline. Tokom vremena, kada se venac gasa, iznutra prema spolja, sasvim jonizuje, ono postepeno počne da potiskuje emitovanje masera sa crvene džinovske zvezde.

Uz pomoć četiri radio teleskopa, raspoređenih na potezu od nekih 230 km u unutrašnjosti Engleske, Šeperd i Kouin su registrovali dva objekta — jedan udaljen 3 300, a drugi 26 000 svetlosnih godina — koji emituju masere na 1612 megaherca u neprekidnom radio spektru. Već samo ovo ukazuje da su dva objekta crvene džinovske zvezde, koje se nalaze u fazi metamorfoze u planetarne magline. Zahvaljujući činjenici što su radio teleskopi bili razmešteni na tako širokom potezu, Šeperd i Kouin su bili u stanju da načine detaljnu kartu strukture dva pomenuta objekta. Karta pokazuje da u oba slučaja emitovanje masera dolazi iz jedne šuplje ljušture, bolje reči venca gasa koji se širi, umesto iz planetarne magline.

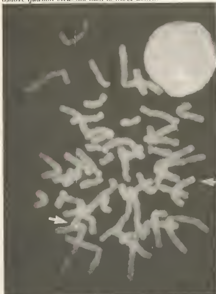
Astronomi koji rade na velikoj grupi radio teleskopa u Novom Meksiku pokušali su da obave ista osmatranja, ali rezolucija njihovih radio teleskopa nije bila dovoljno dobra. Šeperd i Kouin planiraju da u sledećih deset godina posmatraju promene u strukturi ovih planetarnih maglina. Ako prelaz od crvene džinovske zvezde, koja emituje masere, do planetarne magline traje svega 300 godina, onda će, smatraju ova dvojica astronoma, biti u stanju da osmotre značajne promene — kao i samu preipremijeru smrtne agonije našeg Sunca. ■

□ (M. Đ.)

Genetika

Pred otkrićem tajne života

Moderna genetička nauka, naoružana željom i potrebom za saznanjem, vrhunskom tehnologijom i savremenom metodologijom, a podržana ogromnom količinom novca, samouvereno se upustila u dosada najveću biološku avanturu, u ono što je zvanično proglašeno 'potragom za svetim gralom humane genetike', u konačno i potpuno dešifrovanje genetske osnove ljudskih bića. Šta nam to može doneti?



Ljudski hromozomi na kojima je pozicija jednog gena utvrđena tehnikom hibridizacije in situ

Ključ moći za odgonetenje raznovrsnosti i prilagodljivosti života, njegove prošlosti i budućnosti, skriven je, kaže nauka, u genima. Geni su u hromozomima, hromozomi u jedru, jedro u ćelijama, a ćelija ima svuda gde ima i života.

Procenjuje se da ljudski genom sadrži oko sto hiljada gena, raspoređenih na dvedeset i tri hromozomska para (22 para tzv. autozoma i jedan par polnih hromozoma X i Y). Svaki hromozom je u stvari dugačak, dvostruko spiralni molekul DNK obložen velikim molekulima različitih belančevina, koji je i sam spiralno uvijen, tako da bi se, kade bi se 'razmotalo' svih 46 hromozoma iz majušnog ćelijskog jedra, dobio lanac DNK dug otprilike jedan metar. Taj metar DNK je izgrađen od samo četiri različite jedinice, nukleotidne baze koje se na krakovima spirale nižu poput perli na uzici i to u parovima, tako što se nasuprot bazi na jednom kraku spirale na drugom kraku niže njoj komplementarna baze. Šta je tu gen? Odgovor na ovo pitanje nije uvek jednostavan: gen je segment molekula DNK dug više stotina ili više hiljada perova baza, čiji početak i kraj nisu uvek jasno određeni. Osim toga, geni na hromozomu nisu naređani jedan za drugim, već se između njih obično nalaze segmenti različitih dužina koji očito (zbog besmislenosti niza — recimo hiljadama puta ponovljena ista baza ili ista kombinacija baza) ne mogu biti geni, a o čijim se funkcijama još uvek prave pretpostavke.

Do nedavno je ze samo oko dve hiljade gena (ili oko dva odsto ukupnog broja) bila određene specifična lokacija u hromozomima, a semo nekoliko od ukuno 4000 genetskih bolesti su bile upoznate na molekularnom nivou. A onda je 1988. godine u SAD usvojen Projekat ljudskog genoma (Human Genom Project), kao prvi 'megaprojekt' bioloških nauka. Za njega se izuzetno založio Džim Votson, naučnik koji je 1963. godine dobio Nobelovu negradu za medicinu (zajedno sa Frensisom Krikom i Morisom Vilkinsonom) za otkrivanje strukture DNK. Volter Džilbert, koji je podelio Nobelovu nagradu za hemiju za izum tehnologije za sekvenciranje DNK je još negde na početku procenio da se kompletno dešifrovanje ljudskog genoma može obaviti po ceni od jednog dolara po bazi (odnosno baznom paru), što je, s obzirom na ukupan broj od oko tri milijarde parova, dalo ukupnu cenu koštanje projekta od tri milijarde dolara. Iako u poređenju sa novcem koji vlada SAD ulaže u fizička i svemirska istraži-

NAJVEĆA AVANT

vanje (na pr. 30 milijardi dolara za izgradnju svemirske stanice ili skoro osam milijardi u Superprovodni Supersudarač-SSC) ovo deluje skromno, projekat ima zastrašujuće razmere koje su iziskivale potpuno nezavisno finansiranje, jer bi inače on potisnuo i ugasio sve ostale tekuće projekte u srodnim naučnim oblastima.

Projekat ljudskog genoma zahteva sveopštu mobilizaciju ljudstva i razvoj tako moćne tehnologije i infrastrukture da su se mnogi ugledni naučnici u početku pobojali da bi one mogle potpuno zagušiti nauku. Takva materijalna osnova je međutim zaista potrebna, jer je i cilj krajnje ambiciozan — odrediti tačne pozicije svih sto hiljada gena i pročitati genetske informacije koje oni kodiraju, uključujući i nepravilne informacije koje čine osnovu naslednih bolesti. Napad na cilj planiran je na nekoliko nivoa.

Prvi nivo bi bio izrada genetske mape. Praćenjem zakonitosti nasleđivanja izvesnih osobina — na pr. bolesti, fizičkih karekteristika ili pojedinih genetskih markera, genetičan mogu da izgrade sliku o međusobnoj lokaciji pojedinih gena. Na pr., geni za karakteristike koje se uvek zajedno nasleđuju moraju biti locirani na istom hromozomu i to blizu jedan drugog. Geni za karakteristike koje se često (ali ne uvek) nasleđuju zajedno, verovatno se nalaze na istom hromozomu, ali na većoj udaljenosti. Osobine čija je verovatnoća zajedničkog pojavljivanje na nivou čiste slučajnosti verovatno su kodirane genima koji se nalaze na različitim hromozomima. Genetsko mapiranje na osnovu proučavanja zakonitosti nasleđivanja je već odavno ustaljen, a projekat ljudskog genoma treba da mu da novi zamah.

Drugi nivo je izrada fizičke mape genoma. Fizička mapa je opisivanje genoma tako što se razdaljine između određenih tačaka na hromozomu određuju u aktuelnoj dužini DNK. Tako će fizička mapa omogućiti istraživačima da unutar gena odrede poziciju bilo kog dela DNK za koji su zainteresovani. Fizičke mape se utvrđuju kidanjem genoma na fragmante DNK koji ne premašuju 'obradivu' dužinu, a koji se zatim na neki način identifikuju, da bi se potom utvrdio njihov međusobni raspored. To je postupak sličan razbijanju slike na mnogo sićušnih delića koji se zatim kombinuju da bi se ponovo sastavila cela slika. Ovakav način mapiranja genoma je još uvek relativno nov, a cilj genomskog programe je da se u roku od pet godina dobije kompletna fizička mapa.

Nejdetaljniji, treći nivo, je određivanja tačne sekvence (poretka nukleotidnih baza u molekulu DNK) čitavog genoma. To znači da će svi elementi genoma, a to su geni i među njima raspoređene kontrolne oblasti i oblasti čije funkcije nisu razjašnjene, biti 'viđeni' i identifikovani, a instrukcije koje oni nose pravedene. Ovaj deo projekta predstavlja najveći izazov za koji je ostavljeno najviše vremena, do 2005. godine.

Pored radova na ljudskom genomu, obavljaće se mapiranja i sekvencioniranja čitvog niza drugih genoma, tzv. 'model-organizama' (kao na pr. genomi kvasca, grbaštice ili svinje), kako bi se obezbedila baze komparativnih podataka na osnovu kojih će se informacija o ljudskom genomu mnogo efikasnije interpretirati. Ključni deo celog projekta zato predstavlja razvoj nova tehologije za izvršenje planiranih poslova, posebno sekvenciranja, i pronalaženje efikasnih načina za uprvijanje prikupljenom ogromnom količinom podataka.

Na razvoju koncepcije projekta nije se radilo samo u SAD. Evropski i japanski istraživači su se od početka uključili, da ga podrže i pomognu pri razradi ideja. Tako je osnovane i HUGO organizacija (Human Genom Organization), čija je uloga da na međunarodnoj sceni koordinira aktivnosti u okviru projekta. Vlade zemalja članica HUGO su iz svojih fondova takođe izdvojile značajna sredstva koja ne treba shvatiti kao dobrotvorni prilog nauci. Naime, podaci dobijeni sekvenciranjem humane DNK pružaju veoma interesantne komercijalne mogućnosti, pa je tako bilo važno što pre uložiti u projekat i na taj način obezbediti neposredni pristup svim tekućim interesantnim saznanjima. Naime, kapital uložen u projekat počeće da se vraća čim se na pokretnoj traci pojave prvi podaci koji se mogu prodati.

ETIČKE DILEME

U genetici se ne može uraditi ništa što odmah ne bi izazvalo etička pitanja. Ova pitanja su toliko zaokupila pažnju javnosti da se već nazire 'opasnost' da ona potpuno zasene naučne rezultate.

Mapa ljudskog genoma uistinu može izazvati gomilu problema o kojima se uveliko raspravlja. Neki su se već i 'materijalizovali', kao što je slučaj sa najrasprostranjenijom naslednom bolešću u SAD, cističnom fibrozom.

U leto 1989. godine istraživači iz SAD i Kanade su locirali mutentni gen koji se pojavljuje u većini slučajeva cistične fibroze, nasledne bolesti koja izaziva nagomilavanje sluzi u plućima i organima za varenje. Polovina dece rođene sa ovom bolešću umire u dvadesetim godinama, a većina do tridesete. U SAD otprilike svaki dvadeseti belac nosi kopiju defektnog gena, iako deca, da bi obolela, moraju imati dva kopije, po jednu od svakog roditelja. Tako 'tek' jedno od 2500 novorođenčadi ima cističnu fibrozu.

Do kraja 1989. godine nekoliko biotehnoloških kompanija se utrkivala oko uvođenja testova na defektnost odgovornog gena, jer bi se, sa čak dvanaest miliona nosilaca, moglo obrazovati tržište vredno nekoliko stotina miliona dolara. Međutim, prošle godine se Američko društvo za humanu genetiku-ASHG izjasnilo protiv masovnog testiranja, postavivši izvesna pitanja koja još uvek čekaju odgovor. Da li bi trebalo testirati celu populaciju? Kakva je korist od informacije, ukoliko za bolest nema leka? Kakve su procedure predviđene za savetovanje onih za koje se utvrdi da su nosioci, ili trudnica čija su još nerođena deca obolela? Poznatom genetskom mutacijom objašnjava se oko 75 procenata slučajeva cistične fibroze, dok su za ostatak odgovorni neki drugi, još nepoznati genski defekti. Testiranjem potencijelnih roditelja poznatim postupcima bi se otkrilo tek tri četvrtine prenosioca bolesti. Kako, da bi se bolest prenela na potomstvo, oba roditelja moraju biti nosioci, verovatnoća detekcije rizičnog para iznosi samo 56 procenata, što je po nekim nedovoljno visoke verovatnoće. Predsednik ASHG zato smatra da bi trebalo testirati samo članove porodica sa utvrđenom istorijom bolesti. Osim toga, kako obezbediti očuvanje poverljivosti rezultata testiranja? Jer, ta informacija ipak mora pripadati samo lekarima i pacijentu, a ne kompanijama čiji je krajnji cilj ipak samo profit.

Dileme oko gena za cističnu fibrozu samo su primer koji ukazuje na mogućnost pojave novih, nerazrešivih pitanja koja bi mogla usporiti pa i zaustaviti genomski projekat.

Socijalni aspekt masovnog 'snimanja' stanje genoma predstavljaju realne mogućnosti uticaja rezultata genskog testiranja na uslove zapošljavanja, napredovanja u službi ili osiguranja pojedinaca.

Na višem naučnom nivou nosiocima projekta se stavljaju primedbe na 'genecentrično' shvatanje bolesti. Neki naučnici smatraju da je genomski program 'redukcionistički' jer pretpostavlja da genetika može obezbediti brzu i jednostavnu popravku (ili prepravku) fizičkih ili bihejviorističkih karakteristika potencijalnih pacijenata. Ovo dalje vodi do 'mistifikacije' genetike. Jer, kada se jedna komponente organizma (gen) izdvoji i dodeli joj se specijalni status, zaboravljajući na ostatak organizma, kao rezultat se dobija njena 'hegemonizacija'.

Genetika, hemija, tehnologija, informatika, sociologija, pravne nauke, etika i filozofija odgovorno i angažovano su se uključile u projekat ljudskog genoma. Očito, biće potrebno veoma mnogo novca i znanja, a pre svega mudrosti, strpljenja i dobre volje da se on uspešno privede kraju. ■

□ *Mirjana Ilić*

URA

Potvrda mišljenja dr Jovanovića o poreklu AIDS-a

HERPES
JAVNI AGENT SIDE

U svim sredstvima javnog informisanja, u više navrata i na stranicama ovog časopisa (poslednji put u aprilskom broju) provlači se ime dr Todora Jovanovića, pa ga više nije ni potrebno predstavljati čitaocima. Povod za ovaj tekst je članak „Herpes upleten u smrtonosnu zaveru" (reč je, dakako, o sidi), objavljen u listu „Washington Post", 11. marta ove godine. Ovaj članak u velikoj meri potvrđuje mišljenja kontroverznog dr Jovanovića.

Mnogi čitaoci se sigurno sećaju da je „Galaksija" još u junu i julu 1989 objavila tekstove „Jači od side" i „Herpes+kuga=sida", u kojima je dr sci Todor Jovanović tvrdio da je najdalje odmakao u traženju leka protiv ova teška bolesti. Tom prilikom iznao je niz revolucionarnih tvrdnji o poreklu i mehanizmu delovanja SIDE, što je tada među pristalicama ortodoksne konstrukcije AIDS-a u nas izazvalo priličan revolt. Ruku na srce, od onda se u odnosu prema dr Jovanoviću malo šta promenilo, izuzev što su zvaničnici medicine i jedna poznata farmaceutska kuća u međuvremenu pristali da počnu sa ispitivanjem njegovog preparata.

Doktor Jovanović je kao izazivača AIDS-a optužio virus herpesa, „obogaćenog" genetskim inženjeringom virulentnošću bakterije Pasteurella pastis — izazivačem kuge.

Ali, reklo bi se da nije to ono što je iritiralo zvaničnike medicine, nego podatak da je preparat dr Jovanovića, kojim je tretirao pacijente, spravljan na bazi biljaka, što ih je odjednom podsetilo na „bauka" alternative.

Nisu znali, ili nisu hteli da znaju, da se poboljšanje imunih sposobnosti organizma i do tada uspešno postizalo primenom kineske herbalne terapije, makrobiotike, akupunkture, a i pojedinačnih specifično razrađenih tretmana kakva je, na primer, „neotoksična hemoterapija lipida" Emanuela Rivićija, o čemu trezveno piše i dr Vuk Stambolović sa Instituta za socijalnu medicinu (Medicinski fakultet, Beograd), u svom naučnom radu AIDS, publikovanom 1989 godine.

„Čudna i onespokojavajuća priča o humanom virusu-6 herpesa (HHV-6) počinje sa običnim dečijim oboljenjem poznatim pod imenom rubeole, piše publicista *Malcolm Gladwell* u listu „Washington Post" od 11. marta.

„Kod mnoge dece stare od šest meseci do dve godine dolazi do ružičastog osipa. Zatim sledi blaga groznica i neznatno uvećanje limfnih čvorova. Posle toga simptomi nestaju i sve izgleda potpuno normalno.

Međutim, nije tako. Mnogi naučnici veruju da prilikom kratkotrajnog oboljevanja od rubeola ljudski organizam biva zaražen i okupiran virusom HHV-6, jednim iz familije od najmanje sedam poznatih virusa herpesa. Pošto slučajnim kontaktom pređe sa majke i oca na dete — i konačno zarazi gotovo svakoga — HHV-6 traga za belim krvnim zrncima i tu se trajno smesti.

Sve ovo ne mora da znači mnogo da nije jedne zabrinjavajuće činjenice. Posebna vrsta krvnih ćelija prema kojima HHV-6 pokazuje sklonost jesu one iste ćelije koje napada virus sida — ćelije imunološkog sistema poznate kao T-limfociti. One spadaju u najznačajnije vojnike čovekovog organizma u borbi protiv infekcije i, bar u epruveti, HHV-6 ubija ih isto tako pouzdano kao i HIV"

Doktor Jovanović se ne slaže sa ovakvim zaključkom, smatrajući ga odveć pojednostavljenim i manjkevim u mnogim seg-

mentima. Pri tom ljude deli na nekoliko grupa i podgrupe. U prvoj su, po njemu, osobe koje mogu da „vuku" virus herpesa iz detinjstva, bez obzira da li se on eksponirao ili ne. Drugoj varijanti pripadaju ljudi koji su taj virus iz detinjstva suzbili, pa ga više nemaju ni u ćelijama ni u depoima. U trećoj kategoriji su ljudi koji nose virus herpesa iz detinjstva, ali su naknadno dobili i virus HIV.

U drugu grupu, smatra dr Jovanović, spadaju osobe koje imaju HIV, ali ne i virus herpesa, kojeg je organizam pobedio.

Najzanimljivije od svega svakako je mišljenje dr Jovanovića da virus herpesa koji su ispitivali američki naučnici može da bude virus koji vodi poreklo iz detinjstva, ali isto tako i kasnije stečen virus. Stvar je u tome, da taj virus može da nosi i gene kuga, odnosno da bude HIV, a takođe i hibridne tvorevina koja je posle izvesnog vremena podlegla degeneraciji pa se raspala na HIV sa osnovom herpesa, i virus herpesa koji, doduše, vodi poreklo od hibridne tvorevine — ali bez dela kuge.

Nešto slično imamo i u prirodi, objašnjava dr Jovanović, gde recimo hibridi kukuruza ili pšenice, posle 3—5 godina, gube otpornost, pa zato moraju da se prave novi.

Da bi stvar bila jasnija, sam virus herpesa nije SIDA, ali ujedinjen sa virusom gripa i bakterijom Pasteurella pastis to jeste. Znači, on je plodna podloga za ovu bolest. Na tom stanovištu dr Jovanović insistira već godinama.

Ali, vratimo se još jednom tekstu u „Vašington Postu".

„HHV-6 je pronađen sasvim neočekivano 1986 u laboratoriji Nacionalnog instituta za rak Roberta C. Galoa, u istoj laboratoriji gde je tri godine pre toga izdvojen virus HIV po prvi put. Tu su naučnici tražili virus koji bi mogao da igra ulogu u prouzrokovanju kanceroznog rasta ćelija B limfocita. Međutim pokazalo se da virus na koji su se spotakli zaražuje nešto sasvim drugo: ćelije poznate kao T-limfociti, koje igraju ključnu ulogu u upravljanju imunog sistema.

To je bilo iznenađenje, nešto kao šok. Do tada nije se znalo da ni jedan drugi virus (osim HIV-a) zaražuje T-ćelije. Šta je HHV-6 radio tamo? Da li je to moglo značiti da bi i on takođe mogao da bude uključen u uništavanje T-ćelija, što čini SIDU tako strašnom bolešću?

U čitavom nizu eksperimenata u Galo laboratoriji, u toku poslednjih nekoliko godina, jedan tim predvođen dr Pozio Lusom pokazao je — bar u test tubi — da HHV-6 dejstvuje u velikoj meri kao da je u zavereništvu sa HIV virusom.

On, na primer, može da zarazi T-ćeliju u isto vreme kao i HIV, i što je još gore, izgleda da on tada daje virusu HIV-a podsticaj tako da se ovaj širi i raste čak i brže od normalnog.

Prošlog meseca Luso je objavio članak u britanskom časopisu „Nature", u kojem je dao glavne crte delovanja HHV-6 na dve vrste T-limfocita koje spadaju u najvažnije ćelije, inače nazvane T-4 i T-8.

HIV može da zarazi samo ove prve a HHV-6 obe. Toliko se i znalo. No, članak otkriva da se HHV-6 nekako „sporazumeva" sa genetskom mašinerijom ćelija T-8 i pretvara ih u ćelije T-4. *Ono što HHV-6 radi, drugim rečime, omogućava HIV-u da zarazi daleko veći broj ćelija imunog sistema nego što bi on sam mogao da uradi. On hvata i hrani virus SIDE* novim žrtvama.

Svako ko je uključen u istraživanja HHV-6 trudi se da dokaže da su to samo laboratorijska posmatranja. Ono što se dešava u epruvetama ne mora da znači da se dešava i u ljudskom telu i baš zato što HHV-6 i HIV mogu da stvore izvestan savez, ne znači da će to uvek i raditi.

„Procenat limfocita koji nose HHV-6 je veoma mali a procenat limfocita koji nose HIV je takođe vrlo mali", rekao je Stefan Štraus, šef medicinske virulogije Nacionalnog instituta za alergiju i zarazne bolesti. „Ne znamo da li postoji neka uzajamna delatnost, a ako ipak postoji, da li je i klinički važna."

U istom tekstu navodi se i mišljenje *dr Roberta Galoa* da herpes ni u kom slučaju nije uzročnik side, ali ako bi se pokazalo da je on ipak činilac u razvoju ove bolesti, onda bi možda pronalaženje načina da se HHV-6 leči ili uništi, moglo da uspori zarazu HIV-om.

Videli smo da kod dr Jovanovića takve nedoumice ne postoje. A što se tiče T-8 limfocita, on stalno tvrdi da pod njegovom terapijom njihov povećan broj nije fatalan po pacijenta jer se od supresornih (one koje suzbijaju imuni sistem), pretvaraju u korisne citotoksične ćelije. Zato stalno i upozorava *da treba brojčano razlikovati supresorne i citotoksične T-8 limfocite.*

Za pravo mu daju njegovi pacijenti koji uz njegov preparat, normalno žive, iako im odnos T-8 i T-4 često iznosi oko 0,10, mada taj indeks u normalnim uslovima treba da se kreće od 1,20 do 2,5! Sa ovakvim podacima i stavovima dr Jovanović ovih dana ponovo odlazi u Sjedinjene Američke Države, gde će razgovarati sa stručnjacima iz Kliničkog centra u Betezdi (Merilend).

□ *T. Gavranović*

Nastanak i razvoj zakona inercije

Pojava inercije, koju izražava dobro poznati zakon, prisutna je u svakom pokretu. Uz obaveznu redukciju njegovog istorijata, u udžbenicima se zaobilaze i teorijski problemi vezani za definiciju zakona inercije.

Sveukoliku pojavnu stvarnost čini veliki broj prirodnih pojava i različitih oblika materije. Svi poznati procesi, kao i oblici koji u njima učestvuju, privremeni su po svom trajanju. **Formiranje, održanje i razgradnja** materijalnih oblika čine sadržaj triju principa istočne filozofije prirode. Prvi i poslednji od ovih principa karakterišu prirodne procese, a srednji — stabilne oblike materije.

Nešto dublji uvid u prirodne pojave pokazuje da se u toku procesa menja pojavna **forma,** dok gradivna **supstance** ostaje ista. Svakoj formi odgovara određena **struktura,** kao kombinacija čestica jedne ili više supstanci. **Promena** forme se svodi na rekombinaciju, a ova se ostvaruje premeštanjem čestica u strukturi, ili promenom njihovog **kretanja.** U filozofskoj tradiciji od Aristotela do Hegela, promena i kretanje predstavljaju sinonime. Relativno odsustvo promena, u periodu između formiranja i razaranja, predstavlja **egzistenciju** strukture.

U savremenoj fizici masa se tretira kao pojavni oblik energije, dok je ova odavno svedena na kretanje. Na taj način, pored prirodnih procesa, na kretanje se svode i supstance koje u njima učestvuju. Nema kretanja bez materije ali ni materije bez kretanja (Hegel). Samo je najosnovnija supstanca nezavisna od kretanja, dok se tela međusobno razlikuju po kretanju čestica u njihovoj strukturi (Spinoza).

Tako je pojava inercije, kao održanje kretanja, direktno u funkciji održanja svake materijalne strukture. Dok se jedne formiraju a druge raspadaju, sadašnjost sveta čine privremeno stabilne supstance i njihove kombinacije. Ne samo da inercije održava kretanje, nego predstavlja samu egzistenciju materije.

Pre zakona inercije

Prvi obuhvatan tretman kretanja dao je Aristotel u svojoj „Fizici". Neobično široka interesovanja ovog filozofa, kao i vreme u kojem je delovao, uslovili su karakter njegove prirodne nauke. Lucidne intuitivne ideje on kombinuje sa površnim utiscima neposrednog iskustva. Iako nije shvatio pojavu inercije, njegovi su zaključci poslužili kao polazna osnova Galilejevom istraživanju.

Ne izdvajajući pojavu trenja, Aristotel je uočio da sva tela spontano prelaze iz kretanja u mirovanje. Za održanje kretanje potrebno im je delovanje strane sile, pri čemu je brzina srazmerna sili. Danas se to izražava formulom $F=kv$. U uslovima trenja o podlogu, ili otpora sredine kroz koju se telo kreće, ovaj zakon približno zadovoljava u praksi.

Pojavu Zemljine teže Aristotel uočava kao težnju teških tela naniže, a potisak lakih — kao prirodenu težnju naviše. Iz površnog iskustva brzopleto izvodi zaključak da teža tela padaju brže od lakših. Ako su u pitanju tela istog oblika i zapremine, pri padanju kroz vazduh ili vodu, i ovaj zaključak je tačan. Ali se u tekstu „Fizike" nigde ne pominju navedeni uslovi.

Činjenica da list papira pada brže u



zgužvanom nego u razvijenom stanju, pobija Aristotelov zaključak. Iako je težina (tj. sila F) ista, brzina (v) je različita. Ovo je posledica različitog faktora k, koji karakteriše otpor vazduha.

Formulacija zakona

Za razliku starogrčkih mislilaca, koji su se retko bavili praksom, Galilej je merljivo eksperimentisao na strmoj ravni i krivom tornju u Pizi. Pri kretanju tela veće specifične težine, trenje i otpor sredine mogu se zanemariti. Tako je Galilej uočio jednakoubrzano kretanje kuglice niz strmu ravan. Iako tehnički nije mogao da ostvari bezvazdušni prostor, on je apstrakcijom trenja zaključio da sva tela u vakuumu, uz isto ubrzanje, padaju istom brzinom.

Posmatrajući vodoravno bačenog tela, i analizom njegove putanje, Galilej je došao do novih važnih činjenica. Uočenu paraboličnu putanju on razlaže na dve komponente: ravnomerno vodoravno kretanje i jednakoubrzano padanje. Ovo je napredak u odnosu na Aristotela koji je smatrao da je ova putanja kružni luk.

Iako je imao sve potrebne činjenice, Galilej nije uspeo da formuliše zakon inercije. Kao izraziti empiričar, nije posedovao potreban dar za uopštavanje konkretnih rezultata. Uz to se ograničio na kinematiku, tj. prostorno-vremenske odnose, bez upotrebe pojma sile. Ovo nije regres u odnosu na Aristotelovu dinamiku, jer prodor u dubinu ponekad zahteva sužavanje naučnog fronta.

Formulaciju zakona obavio je racionalista Dekart, čisto intuitivno, i bez Galilejevih rezultata. U nekoliko pasusa on opisno formuliše zakon inercije. Pored toga, njegov princip održanja količine kretanja (mv), odnosno stečene brzine tela, odgovara prvom delu zakona inercije.

Generalizacija zakona

Dekartov učenik Hajgens, sa kombinacijom sposobnosti svojih prethodnika, objedinio je i značajno unapredio njihove rezultate. Uvodeći brzinu kao vektor u Dekartov princip, on podrazumeva i održanje pravca kretanja. Tako formula $mv=const.$ izražava ceo zakon inercije. Hajgens matematički formuliše i Lajbnicov princip održanja energije. Tako je, na obostrano zadovoljstvo, razrešen čuveni spor Dekartovih i Lajbnicovih pristalica. Primenom dva principa održanja Hajgens je obradio i elastični sudar dva tela.

Njutnu je preostalo da pregledno re-

ŽIVOT MATERIJE

zimira dotadašnje rezultate U njegovoj verziji zakon inercije glasi: **Telo ostaje u stanju mirovanja ili ravnomernog pravolinijskog kretanja, ako nekom silom nije prinuđeno da izmeni to stanje.** Ovo je poznato kao Prvi Njutnov zakon Ali ja on otišao i korak dalje Svojim Drugim zakonom on govori šta se dešava pod prinudom spoljašnje sile: **Promena kretanja, srazmerna primenjenoj sili, vrši se u pravcu i smeru sile.**

Hajgensove i Njutnove doprinose dalje razvije matematičar Ojler On uvodi impuls sile, kao proizvod sile i vremena njenog delovenja Po njemu je **Impuls sile jednak promeni količine kretanja:** $Fdt=d(mv)$ (Simbol d označava promenu sledece veličine.) U sirokoj upotrebi je uprošćena formula $F=ma$.

Iz jednaćina se vidi da pri nultoj sili nema promene brzine, ni njenog pravca. To znači da je Prvi Njutnov zakon poseban slučaj Drugog, ili obrnuto, Drugi je opštiji oblik Prvog. Po izvesnoj naučnoj inerciji, oni se uvode zasebno

Dva aspekta zakona

U Dekartovoj formulaciji odvojeno su izložena dva aspekta zakona inercije: (1) održanje vrednosti stečene brzine i (2) odrzanje njenog pravca. Prvom aspektu odgovara uzdužno (linijsko), a drugom poprećno (centripetalno) uprzanje. Vektorski oblik jednačina obuhvala oba ova aspekta, u skladu sa idealom da se što više pojava opiše sa što manje formule. Iako formalno dobro funkcioniše, ovo ja ipak doveio do sledećeg nesporazuma.

Maksvel je utvrdio da ubrzanje naelektrisana čestice izaziva zračenje njene energije u okolinu On nije naglasio linijsko ubrzanje, ali je to jasno iz obrazloženja. Previđajući ovu nijensu, neki fizičari su početkom veka postavili zbunjujuće pitanje. Zašto elektron na atomskoj orbiti ne zrači anergiju, iako je neprekidno izložen centripetalnom ubrzanju?! Široko je prihvaćeno obrazloženje da klasićna fizika na važi na tom nivou strukture

Iako se uklepaju u istu matematičku formu, dve inercijalne pojave su različite po fizićkoj suštini. Linijskim ubrzanjem menja se energija pokretnog tela (mv^2), dok je inerciona sila (ma) nezavisne od brzine. S druge strane, pri kružnom kretanju energija osteje ista, a centrifugalna sila zavisi od brzine, odnosno energije pokretnog tela. Neki nepotpuni rezultati klesične elektrodinamike ukazuju da je inerciona sila posledica električnog, a centrifugalna — magnetnog polja naelektrisane ćestice u kretanju. Zapostavljanjem klasićne teorije zanemareni su i njeni rezultati

Sistem referencije

Zakon inercije, indukovan iz iskustva, uveden je fenomenološki — na osnovu ćinjenica tog iskustve. Fizičku suštinu Inercije klasićna fizika ja ostavila za budućnosl, dok se savremena nauka ne bavi ovim pitanjem. Prevolinijska putanja sledi iz principa simetrije, jer bi svaki drugi oblik putanje zahtevao objašnjenje. Obe sile, inerciona i centrifugalna, prihvaćene su kao gole empirijske činjenice.

Nejasne suštine pojave nameće izvesne logičke probleme pri definisanju zakona. Kao što su oba aspekte inercije, uzdužni i poprećni, dati istom jednačinom, tako da se i problem definicija svodi na istu formu: u odnosnu na šta se meri ubrzanje tela, odnosno na kojoj podlozi treba crtati pravolinijsku putenju?

Umesto prevaziđenog klasićnog koncepte, povlašćene apsolutne reference, savremena fizika teži demokratskijem idealu, potpunoj ravnopravnosti svih referenci. Ubrzani i rotirajući sistemi unose odgovarajuća sile, pa ne zaslužuju naziv inercijalnih sistama. Preostali sistemi miruju ili se kreću ravnomerno po pravoj liniji, ali ja za određivanje njihovog kretanja opet nužna povlašćena referenca! Definisanje ovih sisteme preko zakone inercije vodi u drugi logički vrtlog, jer su oni logički okvir samog zakona.

Iako je na njemu radila čitava plejada najvećih umova čovećanstva, od Aristotela do Ajnštajna, zakon Inercije još uvek nije dosledno definisan. Sa jedne strene, to ne smeta njegovoj praktićnoj primeni, a sa druge predstavlja izazov novim generacijama istraživača ■

□ *Branko V. Mišković*

Prilog fenomenologiji opstanka

ZNANJE, EKSPERIMENT I NAUKA

Opremijena krznom, jakom vilicom, kandžama ili krilima, te snažnom ili na drugi način miljeu prilegođenoj konstituciji, svaka životinja svoj opstanak duguje upravo toj „dovršenosti" čije se funkcionalno značenje iscrpljuje u potpunoj pragmatičnoj usklađenosti sa karakterističnim životnim uslovima za datu vrstu I zato životinja srećemo samo u onim životnim staništima koja mogu da zadovolje njihovu naslijeđenu bio-funkcionalnu opremljenost Za razliku od životinja čovjek živi i srećemo ga u svim mogućim klimatskim i geografskim sredinama od žarkog pojasa Ekvatora do ledenih polarnih predjela

Čamu ima da zahvali tu svoju rasprostranjenost? Prije svega konstitucionalnoj „otvorenosti" kao posljedici mecehinsko-nedarežljivog odnosa Prirode prema njemu, što će motivirati Nietzchea da ga, uviđajući njegovu antropološku nedefiniranost, biološku nespecifičnost i nedovršenost definira kao **„još neustanovljenu životinju"** u smislu da njegova bit u svojoj nedovršenosti i otvorenosti nije korespondentna prirodi i životnoj sredini na način koji to zapažamo u granicama životinjskog, pa i biljnog svijeta

Od Prirode uskraćena mu „garancija" opstanka čini da on u svojoj antropološko-naturalnoj nedorečenosti i ugroženosti, na asocijativno-psihološkoj ravni, biva izručen našoj svijasti kao „ nskantno biće, sa konstitucionalnom šansom da propadne" Potpuno nespreman za životnu utrku on bi „unutar p r i r o d n i h, praiskonskih uslova, kao biće koje živi na zemlji usred najspretnijih životinja koje bježe i najopasnijih grabljivica, odavno bio iskonjenjen". (A Gehlen) Pa kako je onda opstao?

Odgovor na ovo pitanje mora se vezati upravo za činjenicu te, prividno pogubne nespecifičnosti, i za iz nje proizlazeći, kompenzativni i komplementarni mehanizam svijasti/inteligencije

U svojoj osviještenosti, za fakticitet biološki generirane indisponiranosti, čovjek nalazi oslonac i ishodište viastitog opstanka, tako što eksperimentalno-biološki novum samosvijesti čini funkcionalno produktivnim na tragu realiziranja neizbježno mu dosuđenog zadatka samoodržanja

Snagom viastite inteligencije, kao životinja koja misli, on kompenzira refleksno-konstitucionalnu suspendiranost tako što svoju „otkinutost" od svijeta prirode počinje da preokreće u motivacioni movens, te nemogućnost viastite prilagođenosti svijetu mijenja za aktivnost kojom on svijet prilagođava samom sebi, promovirajući sa teko, iz samo živog, u kulturno-historijsko biće višeg rede, potpuno neovisno od klimatsko-geografskih i drugih ograničenja. Time, rođenjam zatečani i ne baš naklonjeni mu svijet, praobražava u l j u d s k i s v i j e t

Milioni godina u tom pravcu kumuliranih iskustava, učinili su da on svoja, u početku difuzna i nasumična nastojenja tipa „pokušaj-pogreška", kristalizira u jednu sintetsku cjelinu obogaćenu smislom i svrhom koja dozvoljava iskoristivost a da, pri tom, ne zahtijeva od svake individue ili generacije da kreće „ab ovo", tj. od nule, nego čini mogućim, u skraćenoj formi **u č e n j a**, preuzimanje zatečenih iskustava i njihovo daljnje razvijanje To zgusnuto iskustvo, oslobođeno svake slučajnosti koja bi ga činila manje pouzdanim i efikasnim nego što to uslovi opstanka traže, današnjim jezikom zovemo NAUKA

Ona je proizvod ljudske svijesti, čovjekova uma, i samo njima tj samome sebi, čovjek duguje to da je opsteo usprkos svoj svojoj bio-antropološkoj indisponiranosti i egzistencijalnoj vulnerabilnosti, koja kao pečat zle sudbine prati njegovo, ničim izvorno opravdano, tumaranje po vrletnim i do zagušljivosti prašnjavim drumovima povijesti

Osporeni eksperiment

Nauka, kao nauka, izvan okvira prethodno naznačene iskustvene opštosti, svoj imidž usmjerenih i specifično kanalisanih aktivnosti, zadobija rodonačelničkim nastojanjima R Bacon-a, zagovornika s c i e n t i a e e x s p e r i m a n t a l i s, koji ispod koprene sholastičkog XIII stoljeća traži da se, unutrašnja, meditativno iskustvo, zamijeni spoljašnjim koje putem osjeta, dakle čulno, dovodi do istinskog znanja i predstavlja osnovni pravac eksperimentalne nauke *„Iznad svih spekulativnih znanja i veština stoji veština vršanja eksperimenta, i te je nauke carica svih nauka", govorio je Bacon*

Taj trend, snažno podržan renesansnim gibanjima i razvojem prirodnih znanosti, kroz aktivnosti Kopernika, Galilea, F Bacone, R Descartesa, Newtona, dostigao je vrhunac u naše vrijeme koje svoju znanstvenu zbiljnost i ozbiljnost vezuje, uglavnom, za eksperiment koji, u svojoj ekspanzivnoj nezaustavljivosti, poprima značenje i vrijednost institucije u zdanju nauke, koja opet, sa svoje strane, nije u stanju da vlastita domete i dostignuća realizira i opravda, bez te vrste opipljive podrške i u koju se, po inerciji znanstvane mode, zaklinju najveca imena nauka modernog doba

Dominacijom kartezijansko-mehanicistička paradigme u nauci je previadalo prećutno uvjerenje kako se tajna upitnosti Svijeta može odgonetati samo objektivno, bez učešća subjektivnog faktore, jer znanost mora biti objektivna A biti objektivan, za nauku znači vezivati se za činjenice, jer samo ona daju znanja koja su pouzdana i sigurna

Da je to baš tako, danas nismo posve sigurni, a prve sumnje u takav koncept nauke izrazio ja D Hume tvrdnjom da nikakav kvantum činjenica nije garancija za moguće predviđanje na osnovu njih, jer je problem kauzalitate čisto psihološki problem i svodi se na kategoriju navike Nikakva učestanost ponavijanja određenog događaja, u datom kontekstu prošlosti, ne garantuje pojavu tog događaja u istom ili sličnom kontekstu budućnosti

To je čas začinjanja sumnje u neporecivu efikasnost empirijske znanosti čija je nesumnjiva prapoznatljivost osigurane činjenicom eksperimantalne zasnovanosti koja, mjerenje i iskustvo, pretpostavlja theoriji pa smo danas svjedoci kako u situaciji „znanstvane specijalizacije dolazi do zanemarivanja pojmovnih shama, što vodi negaciji svake spoznaje koja nema e m p i r i j s k i karaktar", kaže I. Kuvačić, s napomanom da je svoje rezerve prema takvom toku znanosti izrazio i velikan moderne fizike A. Einstein

Neravno, kntičari eksperimenta ne žala da ga obezvrijede u smislu poricanje mu svake moguće vrijednosti, oni samo hoče da ostenzivnim relativiziranjem, njegovih stvarnih domete, odreknu pravo na nekritičnu apodiktičnost s kojom njegove rezultate uzimaju zagovornici strogog objektivističkog stanovište u znanosti, a takvih, od atomske fizike do psihologije i sociologije, nije malo

Tako npr matematičar od autoriteta, Henri Poinceré, tvrdi doslovno sljedeće *„Eksperiment je jedini izvor istine Samo nes on može naučiti nešto novo, samo nam on može dati izvjesnost"*, smetrajući da su to dvije tvrdnje koje *„niko ne može osporiti"*

Zagovornici bezrezervnog elirmativnog stanovišta u pogledu vrijednosti eksperimenta, zenemaruju da njegova primjene, uz svo pošlovanje onih vrijednosti koje ovej metod pokazuje i koje su potvrdene u historiji znenosti, ne može biti neograničena, jer same razlika među znanostima (prirodne — društvene/duhovne), u svojoj fundamentalnoj strukturiranosti čini domete ovog ograničenim uz nužnu napomenu da te ograničenja dobijaju na oštrini, još jednom, u trenutku primjene na određeni, konkretni problem.

Evo primjera R Mey-a, iz knjige „PSYCHOLOGY AND THE HUMAN DILEMMA", 1967 , koji se poziva na istraživanje R Rosenthala, se Harwarda, o „predrasudi eksperimentetora" Rosenthal, u okviru eksperimenta sa štakorima u labirintu, koristi tri grupe studenata Prije ulaska u eksperimentalnu situaciju grupe su dobile različite informacije (eksp faktor) 1 Prvoj grupi studenata je rečeno de su štakori naročito inteligentni 2 Drugoj grupi nije ništa rečeno 3 Trećoj grupi je saopšteno da radi sa izrazito glupim štekorima

Objektivno, bila su to potpuno proizvoljne informacije jer su štakori svih grupe nasumice izebrani i jednako prosječni — se ili bez posjedovanja nekih sposobnosti Medutim, usprkos tome, rezultati eksperimenta se distribuiraju tačno u skladu sa sugestijom datom u okviru inicijalne informacije učesnicima eksperimanta nejbolje rezultate dali su štakori iz prve grupe, dok su rezultati štakora trece grupe izrazito najgori, i se razlikom na nivou značajnosti

Neobičnost rezulteta tjerala je Rosenthala i saradnike da ponavljaju eksperiment u raznim varijacijama, uključujući i eksperiment sa ljudima, rezultati su uvijek bili isti

Objašnjenje ovog efekta svodi se na činjenicu da se očekivanje eksperimentatora prenosi na ispitanike pokretima tijela, bojom i intonacijom glasa te finesama nesvjesnog jezika koji koristimo i neznajući to

Nevažna je ovdje razložnost i analiza mehanizama tog uticaja i za potrebe ovog spisa bitno je to da sami nalazi postaju indikativni u smislu podrivanja tvrdog objektivističkog stanovišta u tolikoj mjeri da ga čine pseudoobjektivističkim, a njegove zastupnike u njihovoj isključivosti — pretencioznim i, iako paradoksalno, samim tim i neobjektivnim

Ali, tu nije kraj Neobjektivnost objektivističkog stanovišta nije specifikum samo psihologije i duhovnih znanosti nego se taj efekat proteže i dalje na prirodne znanosti, i izvjesna šokantnost te činjenice predstavlja dodatno opterećenje na tasu nelagode što je pred ovim rezultatima osjecaju „objektivisti" To što oni i dalje, uporno, istrajavaju na svom stanovištu govori samo o svojevrsnom sljepilu objektivista i njihovoj nespremnosti da se suoče upravo sa onim za čim toliko čeznu — sa činjenicama

Evo nekih iz oblesti, prve i najprirodnije, od svih prirodnih nauke, koja svoju afirmaciju egzaktne znanosti duguje upravo eksperimentelnim nalazima i mogućnostima eksperimentalno zasnovane metodologije Fizika. O njoj je riječ

Važnost metodološkog relativizma

Naime, svu iluzornost tvrdog objektivističkog stanovišta pokopala je savremena fizika i na usta, jednog od svojih nejvećih predstavnika, W Heisenberga, oca principe neodređenosti, izrakla posmrtno slovo formulecijom da ja naše klasično shvaćenje „prirode kao vanjskog objekta iluzija, te da je subjekt uvijek dio formule i da se čovjek, prometrajući prirodu, mora u nju uklopiti, kao i eksperimentator u svoje eksperimente, ili umjetnik u prizore koje slika" Polarizacija subjekta i objekte, kaže dalje Heisenberg, predstavlja ono što su on i Niels Bohr nazvali „načelom komplementarnosti", jer „u našim se eksperimentima ne pojavljuje semo priroda, nego priroda promijenjene i transformisana našom aktivnošću u toku istraživanja"

Sve to govori de znanost kao djelatnost, po vlastitoj vokaciji okrenuta istini, mora biti otvorena za sve mogućnosti Svijeta i de samo uvažavanjem metodološkog relativizma napušta stanovište dogmatizma, te ulazi u središte života, vođena radoznalošću kojoj je samo „otkriće" adekvatna nagrade za naučno poštenje sadržano u pogledu široko otvorenih očiju

Žmureći se ništa bitno ne nalazi, jer u mraku sljepila, pa i onog metodološkog, dolazi do potiranja svih razlika, a sam opip (iskustvo, eksperiment) bez edekvatne theorie, nudi jedino iskaze opterećene nagadanjem Tek u svetlu theorie iskustvene činjenice dovode istine Svjeta do riječi, te je svako reduciranje u postupku na samo jedan pol kontinuuma porazno, u smislu nemogućnosti potpunog razrješenja predležećeg problema Na primjeru Poincerea očituje se sva pogubnost spremnosti da se precijeni važnost eksperimentelnih nalaze (Kaufmanovi ogledi) i da ih se uzme za dovoljan razlog donošenja zaključka „kako princip relativnosti možda ne vrijedi onako kako se do tada mislilo", čime je propustio jedinstvenu priliku da realizuje ono što je, poslije njega, učinio fleksibilniji duh Einsteina

Naime, nisu rijetka mišljenje da je theoria relativnosti, u svojoj konačnoj formi, bila Poincareu toliko blizu da je pravo čudo kako se dogodilo de ne izvede „do kraja sve konzekvence koje su u izvjesnom smislu već bile sadržane u njegovim rezmišljanjima" i „kako da nije napravio korek koji se gotovo nametao, i koji je u datoj situaciji zapravo bio najprirodnije rješenje" (N Šesardić) To je, uglavnom, suština čuđenja što ga izraževaju historičari znanosti nad činjenicom da mu je „ispred nosa" pobjeglo otkriće specijalne theorie relativnosti Blizina mogućeg otkrića, koje mu je izmaklo, snagom svoje nevjerovetnosti tjera analitičare da traže razloge zahvaljujući kojima je Poincaré ostao „kratkih rukava"

Tako Goldberg, svoje objašnjenje zasnive na činjenici da Poincaré, iako konvencionalist u filosofiji, ostaje empirist u fizici, te u skladu s tim stanovištem na princip relativnosti „gleda kao na zakon koji je indukcijom izveden iz iskustva, a na kao princip — u smislu konvencionalističke filosofije" Tim primjerom smo na tragu rasvjetljavanje učinka „zamešataljstvujušceg činodejstvija" što ga proizvodi kruto držanje ze stenovište „objektivističke" pozicije Svoje uvjerenje da je „eksperiment jedini izvor istine i da nas samo on može naučiti nečem novom", Poincaré je platio propuštanjem prilike da bude autor jednog od največih otkrića u povijesti znanosti

A Einstein, koji nikada nije bio sklon da bezrezervno stane iza rezultata eksperimentalnih nalaza, analizirajući odnos theorie i empirije kaže „Čak i kada bi savijanje svjetlosti, kretanje perihela i pomak spektralnih linija bili nepoznati, gravitacijske jednadžbe bi još uvijek bile uvjerljive jer one izbjegavaju inercijelni sistem (fantom koji djeluje na sve, eli koji sam ne trpi nikakvo djelovenje) Zeista je prilično čudno da su ljudi obično gluhi ze najjače argumente, a da uvijek teža da precjenjuju točnosti u mjerenjima"

Zanimljivo je objašnjenja G Keswani-ja koji, prethodno znanje Poincaréa, interpretira u smislu parazitarnog faktora U činjenici da je svoju theoriu formulirao kao vrlo mlad, Keswani nalazi mogućnost da Einstein, možda, nije bio dovoljno svjestan problema vezanih za svu težinu revolucionernosti njegovog rješenja

„On je vidio samo ono što je te, 1905 trebalo vidjeti, kaže Keswani, a Poincaré je sagledao stvar u cjelini, sa dugim sjenkema sumnje", koje su ge spriječile da načini onu vrstu iskoraka što ga je učinio Einstein

Dio objašnjenja, za prikračeno otkriće, u slučaju Poincarea, može se naći i u njegovim vlastitim redovima gdje u

poglavlju „Hipoteze u fizici", pomenute knjige, nedvosmisleno saopštava da se, u naučnom redu, nije moguće zedovoljiti samim eksperimentom „jer opažanje bez generaliziranja nije ništa, međutim, greške nastale ranijim generelizacijama čine čovjeka sve opreznijim, pa on sve više opaža i sve manje generalizira".

Ovdje, dakle, subjektivni faktor, ima tendenciju de se probije u formi streha od moguće pogreške, pa ovaj strah, istreživača kao-uza-zid, prikiva uz eksperiment, u čemu onda, vjerovatno, „objektivisti" naiaze nosvjesni raziog uzimanja eksperimenta za konačni kriterij opredjeljenja u izboru stanovišta.

Za razliku od Poincerea, čija je svijest o nedovoljnosti samog eksperimenta, izgleda, bile samo „teorijska", Einstein je posjedovao i „praktičnu" svijest o značenju theorie, tj. „pojmovnih shema" kao „općih sistema apstraktnih stavova koji govore o uvjetima međusobnog odnosa empirijskih fenomena", bez kojih istraživeč biva lišen adekvatnog pojmovnog okvira, e samo istraživanje ostaje slijepo i neefikasno. Historija znanosti obiluje nizom primjera koji potvrđuju uvjerenje o značeju „pojmovnih shema" u smislu važnosti theorie kao neizbježne konstitutivne komponente svih nauka, čija je funkcija da „baca svjetlo na cijelo područje istraživanja" transcendirajuci time ograničenost situacije posmatranja i mjerenja toliko karakterističnu za strogi empirijski nazor.

Aristotel i Galilej, nisu mogli apsolvirati probieme aerostatike zbog sputavajućih ograničenja što su dolazile od neadekvatnih theoria „o prirodi koja se boji praznine" — horor vacui.

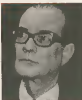
Primjer Toricellia i Boylea govori da su mogli ići dalje tek zauzimanjem stenovišta da zrak ima težinu i da je elastičan, dok se Lavoasier legitimira kao preteča moderne hemije momentom napuštanja „flogističke theorie" E. G. Sthala, po kojoj pri segorijevenju, tj. oksidaciji odlazi flogiston (hipotetička supstanca), koji izgara materiju, dok je Lavoesier pokazao da se oksidacijom težina povećava zbog veze materije sa kisikom.

Kakav je onda, konačno, odnos theorie i eksperimenta? To je ustvari starogrčko gnoseološko pitanje (ovdje deto u suženoj epistemološkoj formi) porijekla našeg znanja: je li ono razumsko ili iskustveno, na kojemu se razbuktala još nedovršena vječita borba racionalizma i empirizma, u okviru koje su zastupnici jedne ili druge linije naizmjenično dominirali ostavljajući problem u njegovoj dihotomnoj varijanti, sve do I. Kanta. Tek njegovim kriticizmom pomireni su i sintetizovani iskustvo i razum, mada i danas individualna opredjeljenja, koja svoj izbor utameljuju na prevazi jednog ili drugog elemente, ne dozvoljavaju da tačka na problem bude konačno stavljena, iako je, nema nikakve sumnje, samo kompleksnost uzajamnog djelovenja iskustva i theorie jedini garant realiziranja one spoznaje koja je moguca u okvirima ograničenja što ih nameću vladajući Duh vremena i konstelacija zatečenih društvenih odnosa koji logikom „sine qua non" određuju njen pravac i domete. ■

□ *Esad Bajtal*

DŽEJMS BLIŠ

Američki pisac Rođen 23.05.1921 u Ist Orejndžu. Diplomirao je mikrobiologiju 1942, a magistrirao zoologiju 1946., na Univerzitetu Kolumbija, ali se ovom strukom nikada nije bavio, posvetivši se ubrzo profesionalnom pisanju i uredničkom zvanju Godine 1968 seli se u Englesku u kojoj ostaje do smrti, 29.07.1975



Bliš spada u onu malobrojnu altu SF autora koji su odlučujuće doprineli prerastanju ovog žanra iz paraliteratture u književnost visokih umetničkih stremljenja Njegove prve veze sa naučnom fantastikom nisu, međutim, nagoveštavale ovakvo usmerenje. Počeo je kao ten u SF getu, pridruživši se njujorškoj grupi „futurijanaca", a prvu priču objavio je u **Astoundingu** 1940. Do stvaralačkog preokreta dolazi početkom pedesetih godina – i on će negde do 1958. publikovati niz storija i romana koji su odmah ušli u klasiku žanra Ono po čemu su se ova dela izdvajala iz tradicije bio je pre svega njihov visok literarni nivo, kako u pogledu jezičke složenosti tako i izrazitog intelektualnog naboja. Druge odlika Blišovog novog SF prosedea bio je raskid se dogmatskim antroporasizmom kembelovske SF škole. Oba ova svojstva ispoljavaju se u punoj meri u najboljim Blišovim ostvarenjima iz tog razdoblja – u seriji „Leteći gradovi" (**Zemljanine, vrati se kući, Oni će imati zvezde, Trijumf vremena** i **Jedan život za zvezde**), romanu **Slučaj savesti** (posredi je jedno od pionirskih dela koja pretresaju neke temeljne religijske nedoumice iz perspektive SF žanra), kao i u zbirci **Zvezdane spore**, možda najznačajnijem Blišovom delu, u kome, pored ostalog, do punog izražaja dolazi sva zanimljivost i sva plodotvornost bioloških nauka u SF kontekstu. Iako je u šezdesetim i u sedamdesetim godinama obilno pisao, Bliš ipak nije nadmašio dosege iz ovog ključne stvaralačke faze Neke teme kojima se bavio tokom pedesetih godina opsesivno su ga zaokupljale i kasnije: tako, na primer, on nastavlja da pretresa religijske konotacije SF žanra u četvorotomnom ciklusu „Za tekvim znanjem" (ciklus obuhvata, pored tri SF dela – **Slučaj savesti, Crni Uskrs, Dan posle strašnog suda** – i neženrovski roman **Doktor Mirabilis**), otvarajući ranije neslućene metafizička obzorja naučne fantastike Uporedo se tim Bliš piše i prevashodno komercijalna dela: više omladinskih SF romana, kao i ukupno trinaest knjiga za popularnu seriju „Zvezdane staze". Blišovo SF pregalaštvo ne iscrpljuje se samo proznim delima On objavljuje, pod pseudonimom Viljem Eteling dve izvanredno značajne i uticajne knjige kritičkih eseja o naučnoj fantastici – **Stvar pri ruci** (1964) i **Više stvari pri ruci** (1970), u kojima je ocrtana jedna osobena poetika SF žanra sa veoma visokim umetničkim standardima Uporedo sa tim Bliš je puno radio na popularizaciji naučne fantastike i njenom prihvatanju u akademskim krugovima Godine 1959 Bliš je dobio nagradu „Hjugo" ■

1 Pub orlova (**Jack of Eagles**) 1952
2 Ratnici dana (**The Warriors of Day**) 1953
3. Zemljanine vrati se kući (**Earthman, Come Home**) 1955 •
4 Oni će imati zvezde (**They Shall Have Stars**) 1956.•
5. Zvezdane spore (**The Seedling Stars**) 1957 •
6. Trijumf vremena (**The Triumph of Time**) 1958 •
7 Slučaj savesti (**A Case of Conscience**) 1958
8 VOR (**VOR**) 1958
9 Duplirani čovek (**The Duplicated Man**) 1959 /sa Robertom Lowndesom/
10 Galaktičko jato (**Galactic Cluster**) 1959
11 Žitelji zvezda (**The Star Dwellers**) 1961
12 Titanova kćer (**Titan's Daughter**) 1961
13 Tako blizu doma (**So Close to Home**) 1961
14 Jedan život za zvezde (**A Life for Stars**) 1962 •
15 Misija u Zvezda Srca (**Mission to the Heart Stars**), 1965.
16 Najbolje naučnofantastične priče Džejmsa Bliša (**Best Science Fiction Stories of James Blish**) 1965
17 Bujica lica (**A Torrent of Faces**) 1967 /sa Normanom L Knightom/
18 Dobro došli na Mars! (**Welcome to Mars!**) 1967
19 Zvezdane staze 1–12 (**Star Trek, 1–12**) 1967–1977, /12 sa Judith A. Lawrence/
20 Crni Uskrs (**Black Easter**) 1968
21 Nestali mlaznjak (**The Vanished Jet**) 1968
22 Leteći gradovi (**Cities on Flight**) 1970 •
23 Spok mora da umre (**Spock Must Die**) 1970 •
24 Dan posle strašnog suda (**The Day After Judgment**) 1970
25 I sve zvezde pozornica (**And All the Stars a Stage**) 1971
26 Bilo kada (**Anywhen**) 1971
27 Letnje stoleće (**Midsummer Century**) 1972
28 Kvinkunks vremena (**Quincunx of Time**) 1975
29 Najbolje od Džejmsa Bliša (**The Best of James Blish**) 1979

MASKE

Devojčino lice bilo je bezizražajno, i veoma ukrućeno što je moglo da bude način odbrane ili odraz straha Šake je držala čudno smotane u krilu

„Stavite šake na sto", reče ispitivač „Poznato nam je da su oslikane "

Izgledalo je kao da mu je strašno dosadno dok je govorio. Možda je nekada težio da ostavi utisak na zatvorenika kako mu je sve već poznato, ali sada kao da ga njegov posao ni toliko više nije zanimao

„Vi ste Margaret Nolan, adrese spavaonice 458, severno krilo, Betesda T, Vašington", reče on „Muževljevo ime Linkoln Nolend Nemate dozvolu za rad Broj, 26, L24, 10x5 "

„Zeista?" primeti ona „Nikako ne mogu da ga upamtim "

Ispitivač nešto zapisa, verovatno Reakcionarna, opire se dvodecimalnom sistemu brojeva Ali sve što je rekao bilo je „Stevite šake ne sto", i to sasvim jednakim glasom

Ovog puta Margaret ga posluša Nokti su joj bili pomno i značajki obojeni, svaki drugačijim šarom To je nedavno ušlo u modu, mada bi se teško moglo reći da se ta moda proširila i među velikim brojem nezaposlenih po spavaonicama. Devojka nije nosila o zglavak okačenu modnu lupu koju su pripadnice višeg staleža – to jest one koje su imale sobe i posao – konstile za međusobno razgledanje novih crteže na noktima

„Vi ste ove napravili", reče ispitivač

„Ne, nisam", odvrati Margaret „Je ja ih samo nanosim "

„Bez radne dozvole "

„Da", prošaputa ona

„Kako?"

„Nazovu me", reče ona „Odlazim kod onog ko me pozove "

„To znamo Keko ih nanosite?"

„Prvo na nokte nanosim osnovni sloj kako bi se ispunile neravnine", poče ona oklevajući „Kada se osuše veoma su glatki i osetljivi na svetlost Zatim preko nokta stavljam masku, poput negativa Obično je dovoljna i fluorescentna svetlost da dođe do ekspozicije Teže ih je razviti, dobiti odgovarajuće boje, potrebna je samo voda i malo jode, ali zato temperature mora da bude odgovarajuća "

Postepeno je počela da govori sve brže, kao da je sasvim



nerazumno pomislila da je ispitivačeva zainteresovanost samo tehničke prirode Međutim, iznenada se izgleda ponovo setila gde se nalazi

„Lako je", reče ona „Kao kad perete detetu ruke To uopšte ne liči na posao

„Vi nikada niste imali dece", primeti osorno ispitivač „Ko vas snabdeva maskama?"

„Razni ljudi", odvrati ona, ponovo bezizražajnog lica „Dobijam ih tu i tamo Ljudi ih prodaju, to je dozvoljeno "

Ispitivač dodirnu neki prekidač Šake joj okupa topla svetlost Na ekranu s njegove leve strane, pojavi se u punom sjaju deset patetično napadnih noktiju, i to znatno uvećanih

„Zovu me Odlazim kod njih", ponovi on bez ikakvog stvarnog pokušaja da je oponaša „A onda neko pozove nas Traženi ste Vaši crteži su originalni, maštoviti i reakcionarni A šta je ovo?"

Njegov kažiprst pojavi se na ekranu nasuprot jednog od njenih kažiprsta „Šta je to?"

„To je pa ne znam tačno šta je to Nešto veoma drevno Neki crtež sa zaklona, iz vremena kada su imali zaklone To je sve što znam "

„Ne znate značenje natpisa na arabeski?"

„Ja nisam znala ni da je to nekakav natpis Za mene su to samo kovrčice "

„'Polloi andres os eis anar'", pročita ispitivač „Ne znate šta to znači?"

„Ne, molim vas, uopšte nisam ni znala da išta piše "

„Čak ni ako zbog toga izgubite život?"

„Ne Ne Molim vas, to je samo crtež, samo crtež "

Prstom iznenada pokaza prema stolu, da bi ga odmah zatim vratio na ekran „A šta je to?"

„Ama baš ništa", odvrati ona, nešto sigurnijim glasom jer je bila na svom terenu „To su samo sićušne obojene tačke nasumično raspoređene Ljudi vole da ih posmatraju i zamišljaju razne oblike nešto nalik posmatranju oblaka "

Začulo se jedno prigušeno klik i toplu svetlost zamenila je čista kadmijumski crvena, istovremeno je gotovo ceo ekran prekrio jedan jedini prst Pod monohromatskom svetlošću crtež je izgubio vlastitu boju, ali su zato tačkaste slova bila jasno raspoznatljiva

PUŠKE DUE
LOZINKA 5/11

„Mi imamo te puške", reče ispitivač Još jednom vas pitam ko pravi maske?"

„U redu", odvrati Margaret „Ja ih pravim Bez radne dozvole "

„Upravo ste izvršili samoubistvo Jeste li toga svesni?"

Ona pokuša da slegne ramenima „Strašno je i živeti bez posla Svejedno mi je "

„Muž vam je vešt mikrograver "

„On ima radnu dozvolu", reče ona

„Ograničenu Ne važi za crtanje "

Ćutala je Lagano je sklonila šake sa stola i stisnula u pesnice, okrenuvši nokte ka dlanovima, poput deteta koje nešto skriva Ispitivač ju je posmatrao i tada se po prvi put na njegovom licu pojavi iskra zanimanja

„E pa", poče on, „igra je gotova, ali vi i dalje nešto krijete Vaš se muž do sada već verovatno sklonio na neko sigurno mesto Bilo bi bolje da mi smesta kažete i ostalo "

Odgovora nije bilo

„Ako budemo morali da izvršimo sve potrebne testove", reče ispitivač sa izvesnom pohlepnom nežnošću, „moraćemo da vam uklonimo nokte Ako budete sarađivali, možda ćemo vam prethodno dati kakav anestetik "

Devojka kao da je odjednom pokleknula Nagnula se napred i spustila zatvorene šake na sto, pokazavši samo palac

„To je karta", reče ona mračno „Vidi se pod ultraljubičastom svetlošću Malo je nejasna, ali molim vas radite lagano peče me ako postane suviše jaka "

Ne rekavši ništa ispitivač pritisnu jedan prekidač Ovog puta nije se pojavila nikakva vidljiva svetlost, ali bez obzira na to ultraljubičasta svetlost potekla je svom jačinom, tako da su u deliću sekunde devojčin zglavak i ruka bili strašno opaljeni Ali na ekranu se ipak nije pojavilo nikakvo ustrojstvo već samo gotovo nevidljivo brzo treptanje zelenkaste svetlosti

Ispitivač se prosto zakuca za stolicu ispustivši jedan očajnički krik Iznenadni trzaj odbaci ga na pod

Nokat palca ispusti i poslednji tanki sloj fluorescentne boje, a ekranom se istovremeno rasprsnu svetlost Margaret povuče ruku, na kojoj su već počinjali da je javljaju plikovi i obiđe oko stola Ispitivač je ležao sklupčan, nepokretan Lins je bio u pravu, čovek je bio epileptičar, nekoliko sekundi treperave-povratne sprege izazivalo je ceo raspon grand mal napada

Izići, razume se, nije mogla nipošto posle tog krika Soba će svakog časa vrveti od stražara Ali ispitivač je sada njihov Uopšte se neće sećati onoga što mu se dogodilo, a to se može ponoviti mnogo puta pre no što se njegovi pretpostavljeni dosete da ga zamene A to se izvesno vreme neće dogoditi, jer mogu proći godine pre no što neko posumnja da su ti „ nesrećni slučajevi" u stvari epileptički napadi Ovaj će, na primer, ličiti na napad, ona zamahnu stopalom i šutnu ga tačno ispod uveta

Oštar, vreo bol koji joj je razdirao mišicu onemogućavao ju je da ga udari dovoljno nežno, ali ipak je nekako uspela

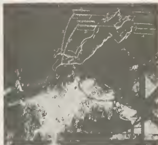
U hodniku ispred vrata začulo se prigušeno dozivanje Ona se osvrnu unaokolo Sve je bilo urađeno i više ničemu nije imala da se nada Skinula je masku sa drugog palca i progutala je

Otrov je brzo delovao Imala je tek toliko vremena da se prisetí da je nanošenje maski apsurdno slično pranju dečjih ruku ■

SF priča

KVAZARSKA VEZA

„Nije isključeno da postoji veza između crnih rupa i kvazara. Postoji zamisao da kvazari predstavljaju džinovske bele rupe na drugom kraju Einstein-Rosenovog mosta; na njihovom ulazu nalaze se džinovske crne rupe smeštene u neki drugi deo svemira.“
Isaac Asimov, The Collapsing Universe



Povremena škripa kočnica nerušavala je neprekidno brundanje motora već dotrajalog Fiatovog autobusa. Mnoštvo putnika tiskalo se oko malog broja sedišta na kojima su bile žene, deca i nekoliko starijih ljudi koji su čitali novine, zadovoljni što ne moraju da se guraju sa drugima.

Smrad oznojenih tela ispunjavao je unutrašnjost autobusa na liniji 201, od predgrađa Valcannute do Portonaccia, preko Porte Cavalleggeri, pored Quirinalea, železničke stanice Termini i Città Universitarie. Avgustovska jara bila je tako snažna da je vozač svaki čas maramicom brisao orošeno čelo, jednom rukom pridržavajući volan, a drugom cigaretu.

U zadnjem delu autobusa dvojica su mladića, preko putnike koji su sedeli, kroz otvorene prozore dobacivala preplanulim prolaznicama na rimskim ulicama. Njihove sjajne lakovane cipele, crnomanjasti ten i kosa, sitni brčići i nehajno prebačeni sakoi na ramenima, davali su im izgled tipičnih kalabreških mafioza koji su upravo doputovali iz Catanzara, Cosenze ili Belvederea. Nasmejali bi se ponekoj devojci koja bi im bacila brz oštar pogled i okrenula glavu.

Iznenada, vozač je prikočio i autobus se zaustavio. Reke automobila tekle su iz pokrajnih ulica preko raskrsnice, a crveno svetlo je sijalo ne dozvoljavajući autobusu da krene dalje. Vozač je nervozno lupkao prstima po volanu jer je kasnio, a na neumoljivom semaforu nikako se nije palilo zeleno svetlo. U tim trenucima naredna stanica, iza jednog od mnogobrojnih mostova na Tibru, bila je tako daleko.

Upalilo se zeleno svetlo i drndavi autobus se uputio ka mostu. Žamor u njemu se pojačao, ali to nije uticalo na sredovečnog čoveka, kojeg je žena do njega zvala Dottore, da zamišljeno posmatra kej na suprotnoj obali reke.

Odjednom, dnevna svetlost se pojačala, nestale su senke, a blještavi sjaj Sunca zaslepi vozača i putnike. Šofer je krajnjim naporom zakočio i zaustavio vozilo pri kraju mosta. Niko od putnika u tim trenucima nije mogao videti Tiber koji je ključao, isparavao i presijavao se bezbrojnim, neopisivim bojama. Stakla autobusa su se caklila, a njime su se razlegli krici žena i plač dece. Obrisi zgrada s obe strane reke su lelujali, rastapajući se i nestajući, kao i kolone automobila ispred i iza autobusa sa linije 201. Plač dece je tupo odzvanjao odbijajući se o čelične zidove autobusa koji je stajao usamljen na mostu kao zaboravljeni spomenik na nekom ogolelom brdu.

Nedugo potom, izuzetni bljesak i spektar boja sa površine reke su lagano nestajali i Sunce je ponovo poprimilo svoj uobičajeni podnevni izgled.

Putnicima se polako vraćao vid, a plač je zamirao. Vozač je još trljao oči kada je primetio da pred autobusom stoji čovek odeven u crnu uniformu sa visokim čizmama, neprikladnim letnjoj vrevi.

— Kuda ćete? — oštro povika.

Vozač je promolio glavu kroz prozor.

— Šta 'oćeš, budalo? Zar ne umeš da čitaš šta piše na autobusu?

— Izlazi napolje, seljačino! — prodera se čovek obučen u crno.

Vozač ljutito ustade i izađe napolje.

— Ma, ko si ti da mi naređuješ!

Umesto odgovora, dočekao ga je metak u grudi. Preplašeni putnici nagrnuli su na prozore. Neki od njih istrčaše napolje.

— Šta je ovo? — upita usplahireno jedan od njih.

— Dučeova Italija, zar ne znaš? Da nisi možda lud?

— Ti nisi normalan, pa zar ovo nije 1985 ?

Odgovor je bio još jedan metak. Iz susedne ulice nailazila je kolona vojnika marširajući i pevajući fašističku himnu. Putnici su u panici utrčali u autobus, izuzev dvojice mladića sa sjajnim lakovanim cipelama koji su se smejali i mahali vojnicima.

U autobusu, muk je prekinuo Dottore, instinktivno skočivši na vozačevo sedište i ubacivši menjač u rikverc. Ne razmišljajući, punim je gasom pokrenuo autobus unatrag preko mosta. Na ulici, u daljini, ostali su samo leševi i kolona.

* * *

Dottore je zaustavio autobus na suprotnoj strani mosta. Izašao je sa još nekolicinom mlađih putnika i s nevericom posmatrao drugu stranu trga na kome se upravo odvijala procesija. Mnoštvo naroda se guralo i izvikivalo „Živeo naš presveti otac papa Klement VII!“

Dottore priđe jednom čoveku koji ga je začuđeno posmatrao i pružao ruku da opipa njegov sako.

— Signore, — upita čovek — da li je vaše sukno iz Firenze? Fiorentinci imaju najlepše tkanine na Mediteranu.

— Ne, iz Bologne je. Možete li mi reći da li je ovo 15. vek ... ne, 16. vek?

— Naravno, signore, 1523. leto gospodnje od rođenja našeg mučenika Hrista.

— Hvala, gospodine.

— De Vio. Giovanni de Vio iz Gaete, signore.

Ubrzo potom, ostavljajući nekoliko starijih putnica koje su padale na kolena, plakale i molile se stiskajući u rukama svoje srebrne krstove na lančićima, autobus je ponovo krenuo ka drugoj strani Tibra. Šokirani putnici ćutke su čekali šta će im one doneti.

* * *

Nije bilo dileme. Vreme je poludelo. Dottoreu, inače astrofizičaru po profesiji, to je bilo potpuno jasno dok je gledao palate koje su se kupale na letnjem suncu.

Godinama se bavio teoretskim apstrakcijama istražujući šta bi se moglo desiti sa vremenom u crnim rupama ukoliko je Einsteinova teorija relativnosti tačna. Bio je životni apsurd da je njenu ispravnost upravo proveravao na jednom mostu, u jednom autobusu, sparnog letnjeg podneva, daleko od svojih laboratorija i beleški. I to u Rimu, večnom gradu.

Dottore zadrhta i pomisli kuda ih sve ovo vodi. Gde je izlaz iz ovog vremenskog — prostornog lavirinta? Polako je gubio nerve. Da je bar u svojoj laboratoriji!

Iz razmišljanja ga je prenula masa ljudi u togama koja ih je čekala na samom kraju mosta. Jedan od njih se izdvojio i prišao im.

— Ave! Pozdravlja vas Senetus Populusque Romanus! Pretor Senata i naroda rimskog, Paulian ja sam. O Jupiteru, otkuda vi!? Zar posle svih provala Vandala, Gota i Germana koje nam bogovi ne zlo poslaše, sad i vas?! Ta ogromna gvozdena kutija, kakva je? Zar je konji ne vuku? Ta buka, odakle je?

Dottore ništa ne reče, samo iznova ubaci menjač u rikverc. Međutim, neki putnici, na silu, otvoriše zadnje vrata i istrčaše iz autobusa. Njih desetak je oduševljeno vikalo:

— Ovo je naš grad!
— Žene, piće i nerad!
— Divno!
— Živeo Rim!
— Poterajte robove, ugostite glasnike bogova!

U međuvremenu, autobus se već kotrljao ka drugoj obali.

* * *

Šume!

Svuda oko njih šum lišća, žubor čistog Tibra i prozirni pramenovi magle. Autobus se zaustavio. Dugonoge antilope su još uvek bežale od buke njegovog snažnog motora. Brda, njih sedam, nadnosila su se nad rekom, a most iza autobusa se rastapao pred očima preostalih putnika. Njegovo je središte nestajalo u blještavom kovitlacu, nalik tornadu, i Dottore je, umoran, shvatao da on jedini zna celu istinu. Posmatrao je umirući vrtlog, poslednju vezu sa svojim svetom i vremenom.

Hiljade komaraca je udaralo u već zamrljane prozore autobusa, dok je Dottore bezuspešno pokušavao da upali motor, a crvena lampica na instrument-tabli govorila okrutnu istinu da je potrošeno gorivo. I poslednji ostaci mosta su se rastopili, a kovitlac kao da nikad nije ni postojao. Bili su usred šume ove ili bilo koje druge planete. U ovom ili bilo kojem drugom svemiru.

Dottore polako položi ruke na volan, spusti glavu i zaplaka. ■

Mount Palomar News, 21. avgusta 1985. godine
NOVI KVAZAR U SAGIOTTARIUSU

... Astrofizičar George Samuelson je izjavio na jutrošnjoj press konferenciji da su njegove kolege prošle noći detektovali, prilikom rutinskog skeniranja neba, novi snažan radio-izvor, po svoj prilici kvazar, koji će nakon provere verovatno biti klasifikovan kao 3C286. Pronađen je u sazvežđu Sagittarius i nalazi se na razdaljini od 12 milijardi kilometara. Iznenađujuće je da on do sada uopšte nije bio primećen. Dr Samuelson to pripisuje nesavršenosti instrumenata ( ) i napominje da je ovaj kvazar veoma prigušen objekt, ali da bi uopšte bio vidljiv na ovim razdaljinama, mora da je džinovskih razmera i neverovatno sjajan, i do sto puta sjajniji od naše Galaksije.

□ *Vladimir i Gordan Momčilović*

Eureka

PROBLEM 200 MORNARA

Uređuje:
Dejan Ristanović

R285: Iako zvuči prilično bezazleno, ovaj zadatak je značajniji nego što ste mislili: priča o pijanim mornarima zapravo kamuflira jedan poznati problem nuklearne fizike. Ipak, naši su čitaoci bili na visini zadatka — primili smo 94 rešenja od kojih je 28 bilo potpuno a 40 približno tačno!

Podsetimo se najpre problema: prekookeanski brod sa 200 mornara je pristao u malu luku pa je kapetan dao posadi izlazak. Gradić u koji je brod pristao se sastoji od jedne jedine ulice duž koje se, na pravilnim razmacima, nalazi 10 bandera: prva je kod same luke a poslednja na kraju grada. Idući ulicom, mornari su kod sedme bandere naišli na kafanu u koju su ušli i dobro se napili.

Došla je ponoć i vlasnik kafane je objavio fajront. Mornari su se, jasno, pobunili pa im je vlasnik predložio da pređu u drugu kafanu koja se nalazi na samoj periferiji mesta — kod desete bandere. Mornari su, jedan po jedan, izlazili iz kafane nemajući pojma gde je brod a gde druga kafana (bio je mrak a bili su i pijani). Svako od njih je, dakle, sa verovatnoćom od 50% polazio levo i desno i hodao dok ne naiđe na banderu. Tada bi se prihvatio za banderu, napravio par krugova oko nje i pošao na slučajnu stranu nezavisnu od njegovog ranijeg kretanja. Ovo se tumaranje završava na jedan od tri načina:

Ako mornar stigne do luke, pašće u vodu i, pošto se mornari ne dave čak ni kada su pijani, otplivati do svog broda gde će spavati do jutra.

Ako mornar stigne do desete bandere, ući će u drugu kafanu, napiće se još više i napraviti nered koji će ga odvesti u zatvor; kapetan će ujutru morati da plati 100 dolara da bi ga oslobodio.

Ako mornar 50 puta udari u bandere, umoriće se, leći na ulicu i zaspati. Ujutru će ga pritvoriti i, pošto nije napravio nikakvu štetu, naplatiti kapetanu 20 dolara.

Koliko novca treba da pripremi kapetan da bi sledećeg dana isplovio sa kompletnom posadom? Neki čitaoci „Galaksije" su primenili Monte Karlo metodu odnosno napisali proceduru koja simulira kretanje mornara i, pozivajući ovu proceduru veliki broj puta, određivali verovatnoću da mornar stigne do broda, zaspi na ulici odnosno završi u zatvoru. Monte Karlo metoda uvek dovodi do rešenja ali je tačnost tog rešenja obično kritična — za svaku sledeću tačnu cifru treba udesetostručiti broj iteracija! Ovde ćemo, međutim, izložiti **tačno** (onoliko koliko je verovatnoća tačna nauka) rešenje problema pijanih mornara.

Matematičko očekivanje se računa relativno jednostavno jer podrazumeva idealni slučaj: pola mornara polazi levo a pola desno. Pola mornara koji udare u neku banderu polazi levo a pola desno i tako dalje. U realnim situacijama ovakvo bi ponašanje moglo da se usvoji samo da je broj mornara jako veliki dok bi u našem slučaju odstupanja bila ogromna (200 nije naročito veliki broj ali — ko može da zamisli brod sa milion mornara?)

Slika 1 prikazuje koren stabla koje opisuje kretanje mornara: u početku su svih M kod sedme bandere. Zatim polovina polazi levo i dolazi do šeste bandere a polovina desno i dolazi do osme. Proces se nastavlja pa se stablo grana do nivoa pedeset kada bi naši junaci polegali uz bandere i blaženo zaspali. Ipak, stablo moramo da „potkrešemo" — mornari koji pođu levo od prve bandere padaju u vodu dok mornari koji stignu u do desete bandere ulaze završavaju tumaranje i ulaze u kafanu. Broj mornara na nekom nivou i kod neke bandere može da se izračuna kao poluzbir broja mornara kod dve susedne bandere na prethodnom nivou, izuzetak su bandere 1 i 9 koje „dobijaju" mornare samo od bandera 2 i 8.

Kada bi mornara bilo tačno 2^{50}=1125899906842624, u drugoj kafani bi završilo njih 740167213998762, u vodu bi upalo 289825466281362 dok bi ostalih 95907226562500 zaspalo kraj neke od bandera. Pošto mornara ima samo 200, napisali smo program sa slike 2 i izračunali tražene verovatnoće; na slici 3 vidimo rezultate izvršavanja programa što znači da kapetan treba da pripremi 13488.74 ili, recimo, 13500 dolara. Pohvale za zanimljiva i dobro obrazložena rešenja ovog zadatka zaslužili su članovi računarske sekcije Gimnazije iz Doboja (**Nada Okanović, Predrag Čekerević, Mujo Hrvić i Sekib Muminović), Josip Makelmović i Ivica Tončev.**

R286: Šifrantski zadatak je bilo lako rešiti ali nisu svi uspeli da otkriju sve „finese" skrivenog teksta. U okviru ovog zadatka smo, naime, upoznali jednostavnu šifru koju je koristio Julije Cezar za prenošenje naredbi svojim legijama. Cezar je svakom svom generalu davao po jednu tablicu slovnih zamena u kojoj bi, da se tada koristila naša abeceda, pisalo da se slovo A zamenjuje slovom M, slovo B slovom Q, tačka slovom J i slično — svakom bi slovu ili znaku bio jednoznačno dodeljen neki drugi element azbuke. Slovo

po slovo, čitava se poruka mogla šifrovati a onda, primenom iste tablice, i dešifrovati.

Mi smo ovaj posao malo osavremenili — napisali smo program („Galaksija 227") koji najpre formira tablicu zamena po slučajnom rasporedu a zatim iz datoteka uzima tekst poruke, šifruje je slovo po slovo i ispisuje rezultate. Zatim smo startovali program, šifrovali segment jednog naučno fantastičnog romana i objavili rezultate; trebalo je, ne znajući šifru, „obrnuti" ovaj proces.

Najjednostavniji način da se priđe rešavanju problema je „reč" YYY koja se pojavljuje u osmom redu — jedina tri uzastopna jednaka znaka su tri tačke što znači da je Y zamena za tačku. Iza Y se uglavnom javlja broj 7 koji je, prema tome, zamena za blanko. Blanko (7) se redovno javlja iza znaka , što bi moglo da znači da je , zamena za običan zarez. Uz to treba primetiti i reč 707 koja se dosta često javlja — obzirom da je 7 blanko, 0 je verovatno zamena za i.

Pošto su neke osnovne stvari dešifrovane, treba prebrojati koliko se kojih slova javlja u tekstu i to uporediti sa karakteristikama našeg jezika koji su, na primer, dati u knjizi V. Matkovića i V. Sinkovića „Teorija informacija" — dobija se da je E zamena za a, A zamena za o, Đ zamena za e i tako dalje. Zatim sva ta saznanja treba uvrstiti u tekst i „pogoditi" ostala slova i interpunkcijske znake što u datom primeru zaista nije teško. Neka vlastita imena koja počinju velikim slovom se moraju pogoditi „po sluhu" ili čitanjem knjige iz koje je preuzet šifrovani odlomak — „Zadužbina i Zemlja" Isaka Asimova.

Potpuno rešenje zadatka, dato na slici 4, obuhvata i namernu „štampasrku grešku" u 24 redu (treba da piše 'prinuđen da prihvatim' a ne 'prinuđen na prihvatim'). Zanimalo nas je da li će to neko primetiti i, naravno, nismo ostali „praznih ruku" — oštro oko je imao **Vladan Urošević** iz Svetozareva. Ostale pohvale zaslužili su članovi računarske sekcije Gimnazije iz Doboja, **Sanja Milinković, Adis Gološ, Nedžad Hadžić i Stanislav Živanović**.

R287: Nismo pretpostavljali da će ovaj zadatak biti **toliko** tvrd orah — 70 pokušaja i (gotovo) ni jedno potpuno rešenje. A zvučalo je baš jednostavno: u ribnjak je pušteno 30 štuka koje, u nedostatku bolje hrane, jedu jedna drugu. Trebalo je odgovoriti koliko će štuka biti sito uz pretpostavku da se štuka zasiti čim pojede tri druge (site ili gladne) štuke.

Možda je zbunjujuće što zadatak barata i sa jako malim verovatnoćama — većina čitalaca je napisala program koji liči na sliku 5 i otkrila da u otprilike polovini slučajeva u ribnjaku ostane svega jedna štuka, u sledećoj trećini slučajeva 2, u desetak posto slučajeva 3 a znatno ređe četiri ili pet sitih štuka, to su otprilike granice koje program daje. Međutim, logičkim razmišljanjem se može doći do zaključka da u ribnjaku ne mora ostati ni jedna sita štuka ali i da ih može ostati čak 7. Zašto onda to program sa slike 5 ne registruje? Jednostavno zato što su verovatnoće ovih događaja izuzetno male i što bi trebalo strahovito produžiti simulaciju da bi se ovakve situacija pojavile.

Kako je moguće da ni jedna štuka ne bude sita? Nije teško — druga pojede prvu, treća drugu, četvrta treću i tako dalje, na kraju trideseta štuka pojeda dvadeset devetu i ostana gladna! Slučaj u kome ostaje sedam sitih štuka je nešto teže iskonstruisati — šest štuka pojeda po tri gladne štuke i još dve štuka pojedu po dve, a onda jedna od te dve štuka

alika 1:

```
                     M
                   /   \
                  /     \
              M/2         M/2
             /   \       /   \
            /     \     /     \
        M/4        M/2         M/4
        / \       /   \       /   \
       /   \     /     \     /     \
   M/8      3*M/8       3*M/8       M/8
```

alika 2:

```
 10 REM
 20 REM   Problem  pijanih mornara
 30 REM
 40 REM Prema rašanju Željka Barbića
 50 REM
 60 REM        "Galakaija  229"
 70 REM
 80 REM
 90 t=TIME
100 DIM bandera(50,10)
110 ukupno=2^50
120 luka=0
130 kafana=0
140 bendera(0,7)=ukupno
150 FOR i=1 TO 50
160 FOR j=1 TO 9
170 bandera(i,j)=(bandera(i-1,j-1)+bandara(i-1,j+1))/2
180 NEXT j
190 luka=luka+bandera(i-1,1)/2
200 kafana=kafana+bandara(i-1,9)/2
210 NEXT i
220 CLS
230 zaapalo=ukupno-luka-kafana
240 auma=100*200*(kefana/ukupno)
250 auma=auma+20*200*(zaapalo/ukupno)
260 PRINT "Stiglo u kafanu:      "; 200*(kafana/ukupno);" ;"
270 PRINT "Vratilo aa na brod:    "; 200*(luka/ukupno);";"
280 PRINT "Zaapalo na ulici:      "; 200*(zaapalo/ukupno);";"
290 PRINT
300 PRINT "Kapatan plaća:    $"; auma;"   ."
310 PRINT
320 PRINT "Vrame: ";(TIME-t)/100; " aekunda  (BBC B)."
330 END
```

elike 3:

```
Stiglo u kafenu:      131.4801090;
Vratilo sa na brod:    51.4833449;
Zaapalo na ulici:      17.0365458;

Kapaten plaća:    $ 13488.7418.
```

pojede drugu Verovetnoća jako mela, ali se može zamisliti!

Jedini ko je uspešno „izdvojio" ova granične slučajeve je **Jadran Krašovec** iz Kozine. Ostale pohvale zaslužili su **Suzana Vitomir**, **Adis Gološ**, **Josip Maksimovic**, **Kenen Mešić** i **Milivoj Popović**.

R288: I ovaj zadatak pomalo zavisi od toga „kako se gleda na stvari". Džon i Džek su se, naime, jednoga dana trkali na 100 metara i Džon je pobedio ostavivši Dzeka 4 metra iza sebe. Sledećeg dana ponovili su trku ali je Džon dao Džeku 4 metra „fore". Obojica su trčala jednakom brzinom kao i prethodnog dana ali trka nije bila narešena. Pitali smo kako je to moguće.

Ako se „davanje fore" svede na to da Džon trči 100 metara a Džek 96, stvarno bismo imali „mrtvu trku" i zadatak ne bi bio zanimljiv. Međutim, ako Džek trči 100 a Džon 104 metra, stvari se „neznatno" menjaju. Krećući se brzinom V<SV>1, Džon pređe 104 metra za T<SV>1=104/V<SV>1 sekundi dok je Džeku za 100 metara potrebno T<SV>2=100/V<SV>2 sekundi. Znajući (iz prethodne trke) da je V<SV>100/T i V<SV>2=96/T (T je vreme trajanja prve trke), dobijamo da je V<SV>1=100*V<SV>2/96 odnosno da je T<SV>1=99 84/V<SV>2. Sada postaje očito da je T<SV>1 menje od T<SV>2 što znači da je Džon za kraću vrame prešao svojih 104 metra i da je pobedio Džeka bez obzira na „foru" koju mu je dao. Pokušajte da sami odredite koliku je minimalnu „foru" Džek morao da ima da bi pobedio.

Najviše sreće u ovomesečnom izvlačenju imao je **Kenen Mešić** iz Tešanjka kome pripade nagrada — godišnja pretplata na „Galaksiju".

Što se novih zadetaka tiče, 293. je predložio **Milan Sečujeki** iz Novog Sada, 294 smo preuzeli iz strane literature, 295 smo, na predlog **Sergeja Šrepflera** preuzeli iz knjige „Zagonetne priče" Martina Gardnera dok je poslednji zadatak (koji bi mogao da bude i Q pitalica) predložio **Vladan Urošević** iz Svetozareva.

elike 5:

```
program ribnjek;

const petuka = 30;
      neita  = 3;
      naimdi = 10000;

var   stuke: array [0..petuka+10] of byte;
      result: array [0..petuka+10] of longint;
      i, j, k, gladnih, netuka: integer,
      krojac: longint;

begin
   randomiee;
   for i:=1 to petuka do result[i]
   [illegible]
   egin
     netuke:=petuka;
     for i:=1 to netuke do
        etuke[i]:=0;
     repeat
        i:=random(uetuka)+1;
        while etuke[i]>=nsite do
        begin
           i:=i+1,
           if i>oetuke theu i:=1;
        end,
        repeat
           j:=random(netuka)+1;
        until i<>j;
        etuka[i]:=etuke[i]+1;
        for k:=j+1 to uetuke do
           etuke[k-1]:=etuke[k];
        dec (netuke);
        gladnih:=0;
        for i:=1 to netuka do
           if etuke[i]<ueite theu inc(gledeih);
     until (netuke<=1) or (gladnih=0);
     inc(result[netuke])
   end;
   for i:=0 to 10 do writeln (i*2, result[i]/8],
end
```

293: Na nedavnom takmičenju u trčanju 4*100 metara učestvovale su štafete Floride, Ilinoisa, Montane i Južne Dakote koje su trčale u stazama 1, 2, 3 i 4 respektivno. Sledećeg dana u novinskim izveštajima mogle su se pročitati izjave učesnika.

1 Džo „Trčao sam kao lud da Vilju predam palicu koju sam primio od momka koji je trčao uz Tonija".

2 Klerk „Dok sam dodavao palicu suigraču, video sam u susednoj traci kako se dodaju Ben i Lui".

3 Elvis „Dok sam dodavao palicu Fredu, video sam u susednoj traci poslednju izmenu štafete Floride".

4 Stivan „Divno sam se osećao kada sam prvi ušao u cilj!"

5 Čak „Trčao sam uz bok Džeriju!"

6 Toni „Brajan mi je nespretno dodao štafetu što je usporilo našu ekipu iz Ilinoisa".

7 Berni „Momak koji je posle predao palicu Tomasu i momak koji je palicu dobio od Tonija su me prikliještili sa obe strane".

8 Ben „Džeri i ja smo se itekako spetljali predajući jedan drugom palicu".

Koja je ekipa pobedila i ko je u njoj trčao?

294: Pronađite cele strogo pozitivne brojeva A, B, C, D i E takve da je A<SČ>5+B<SČ>5+C<SČ>5+D<SČ>5 =E<SČ>5. Rešenje treba obrazložiti — pisma u kojima su brojevi samo navedeni neće konkurisati za nagrade.

slika 4:

```
1:R,E7vA7AaCEPČod7ČE7ČECCDjČAPvEnČoCo7ČEMoč¦7jA5vAdDR;7mE?AMD
1:"Da to objasnim na najjednostavniji način, doktore", započe
2:ćDšAdEvY7RNovEn7PnAC7?đAšDPoAČEšČo7dEj7?APnDvoA7PEd7ČEFVACEĊcq7jE
2:Pelorat. "Čitav svoj profesionalni rad posvetio sam nastojanju da
3:?dAjdDd7jA7PEdD7PqčvoČD7PEmČEČCE7A7PnDvq7ČE75ACDd7CD7?AČo5šE
3:prodrem do same suštine saznanje o svetu na kojem je ponikla
4:šCqjP5E7dEPEI7PvAUE7o7CDPEd7?APšEv7PE7PnACod7?doCEvDšCDd¦7DAšEČAd
4:ljudska rasa; stoga i jesam poslat sa svojim prijateljem, Golanom
5:9dDnomAd;7jE7?dAČEODdA;7E5A7dA2DdA;7?E;7AnEC;7ŽECPvEdoCqRY
5:Trevizom, da pronađemo, ako možemo, pa, ovaj, Najstariju".
6:RŽECPvEdoCqKR;7q?ovE7,DČoCEjAdY7RBoPšovD;7nEšCjE;74DdšCqKRY
6:"Najstariju?", upita Denijador. "Mislite, valjda, Zemlju?"
7:ćDšAdEvAnD7qPČD7PD7A?qPvočD7o7AČ7?dAdddšCEH7RČdEA7PEd7qvoPE5;7AnEC;
7:Peloratove usne se opustiše i on promrmlja: "Imao sam utisak, ovaj,
8:aošA7do7CD7jEvA7ČE7mČEČCD;7AnEC;7jE7ČoCD7q?qvČAYYYR7ćAdEšA
8:bilo mi je dato na znanje, ovaj, da nije uputno.. " Pomalo
9:aDP?AdAgČA;7AČ7PD7AaEmdD7?dDdE79dDnomqY7RBoČoPvEd5E7do7CD
9:bespomoćno, on se obazre prema Trevizu. "Ministarka mi je
10:ČE?AdDČqšE7jE7ČEmon74DdšCE7ČoCD7q?qvČA7q?AvdDašCEnEvo7ČE7AnAđ
10:napomenula da naziv Zemlja nije uputno upotrebljavati na ovom
11:PnDvqR;7AaCEPČo79dDnomY7RJAqDvD7jE75E2DvD7jE7CD7qMočošE7e7AnAKR
11:svetu", objasni Treviz. "Hoćete da kažete da je učinila - ovo?"
12:,DČoCEjAd7A?qPvo7qPvE;7?Ajo2D7ČAP7qnoP7o7DČDdUoMČA7oP?dq2o7dq5D
12:Denijador opusti usta, podiže nos uvis i energično ispruži ruke
13:q5dčvECqqo7dDOqPAaČA7?dPvDY7R,E;7q?dEnA7vAR;7AjUAnAdo79dDnomY
13:ukrštajući međusobno prste. "Da, upravo to", odgovori Treviz.
14:,DČoCEjAd7PD7UšEPČA7ČEPdDCEY7RXDPdoPšoGE;7UAP?AjAY7NočodA7vA7?A
14:Denijador se glasno nasmeja. "Besmislica, gospodo. Činimo to po
15:ČEnoGo7o7PRdA7q7ČEčod7mšaovodE7šCqjo7vA7PunEvECq7AmaošCČAY7DAVANA
15:navici i samo u našim zabitima ljudi to shvataju ozbiljno. Gotovo
16:jE7ČD7?AmČaCDd7Čo7CDjČAU7MAnD5E75ACo;7q7vdDČqGodE7ČDšEUAjD;7ČD7ao
16:da ne poznajem ni jednog čoveka koji, u trenucima nelagode, ne bi
17:dD5aA74DdšCEY79A7nEd7CD7ČEC?dAPvEM5oCo7omdEm75ACod7dEP?AšE2DdAY7Čšo
17:rekao Zemlja. To vam je najprostačkiji izraz kojim raspolažemo. Ili
18:?PAn5E;7q5Ašo5A7nEd7PD7vA7nočD7jA?EjERY7R4ČEMo7šo7vA;7jA5vAdD,7jE
18:psovka, ukoliko vam se to više dopada". "Znači li to, doktore, da
19:omdEm74DdšCE7nEP7Čo7dEšA7ČD7qmČDdodEnEKR;7q?ovE7XšoPY7RXšč7ČodEšA;
19:izraz Zemlja vas ni malo ne uznemirava?", upita Elis. "Baš nimalo,
20:jdEUE7UAP?AY7xa7PEd7P5D7vo5YR79dDnom7PD7qdDČEM7RćAmČEvA7do7CD7čvE
20:draga gospo. Ja sam skeptik." Treviz se umeša: "Poznato mi je šta
21:dDM7P5D7vo57mČEMo7ČE7UEšE5voM5Ad7CDmo5q;7Ešo7q75Ad7CD7mČEMDČCq7no
21:reč skeptik znači na galaktičkom jeziku, ali u kom je značenju vi
22:q?AvdDašCEnEvD;7jA5vAdDKR7RL7?Av?qČA7oPvAd;7nDgČoMDY76?dDdEČ7PEd7jE
22:upotrebljavate, doktore?" "U potpuno istom, vaćniče. Spreman sam da
23:?dounEvod7PEdA7AČA7čvA7PEd;7qPšDj7q7dEmqdšConAC7dDdo7qaDjšConou
23:prihvatim samo ono što sam, usled u razumljivoj meri ubedljivih
24:jA5EmE;7?dočqODČ7ČE7?dounEvodY7NE57o7vE5nA7dACD7?dounEvEČCD7CD;
24:dokaza, prinuđen na prihvatim. Čak i takvo moje prihvatanje je,
25:dDDqvod;7PEdA7qPšAnČA;7jA57ČD7oP5dPČq7ČAno;7Mndčgo7jA5EmoY79A;75EA
25:međutim, samo uslovno, dok ne iskrsnu novi, čvršći dokazi. To, kao
26:čvA7dA2DvD7doPšovo;7ČD7MoČo7P5D?vo5D7ČEdAMovA7AdošCDČodEFR
26:što možete misliti, ne čini skeptike naročito omiljenima!"
```


295: Šarl i Vots borave u bazi na Plutonu sa zadatkom da distribuiraju naročite energetske kuglice na obližnje svemirske baze. Kuglice nalikuju na zrna graška, sve su istovetne i teške po 1 gram. Svaka kutija sadrži po 100 kuglica i u jednoj isporuci stiže ukupno šest kutija.

Jednoga dana posade je obaveštena da su tehničkom greškom u jednoj od kutija našle defaktne kuglice teže za po miligram od standarda. Vots je, zahvaljujući nebu što među opremom ima izuzetno preciznu vagu, predlagao da stvar reše tako što će premeriti kuglice iz svake od kutija ali se Šarl dosetio da iz prve kutije uzme jednu kuglicu, iz druge dve, iz treće tri i tako dalje. Iz šeste kutije je uzeo šest kuglica, izmerio ih i, pošto je ustanovio da je masa 21 gram i 2 miligrama, znao da su kuglice iz druge kutije defektne.

Nekoliko nedelja kasnije stigla je nova poruka „Bilo koja od šest kutija (možda ni jedna, možda i više njih, možda čak i sve) sadrži defektne kuglice teže za miligram od propisanih". Psujući nepažljive proizvođače, Vots je tvrdio da ovoga puta „ne gine" šest merenja. Šarl se, međutim, dosetio kako da stvar reši jednim jedinim merenjem.

296: Ako je 1+1=10, 2+2=6, 4+5=9 a 8+8=8 koliko je 5+5?

Rešenja zadataka iz ovoga broja šaljite na adresu **Galaksija (za Eureku), Bulevar vojvode Mišiće 17, Beograd** tako da pristignu **pre** 25. maja 1991. Najsrećnijem rešavaču koji reši barem dva postavljena zadatka će, pored uobičajenog objavljivanja imena u „Galaksiji", pripasti i jednogodišnja pretplata na naš časopis. Takođe smo veoma zainteresovani za pisma u kojima čitaoci predlažu zadatke (sa rešenjima) i zagonetne priče za „Eureku". ■

INŽENJERSKI (MORALNI) KODEKS

U Dubrovniku je od 27–29. III 1991. godine održano II jugoslovensko savetovanje „Zaštita životne sredine u procesnoj industriji". Široj javnosti je ostalo nezapaženo, možda zato što je u to vreme održavan „Samit sestonce" u Splitu, što u ovom slučaju nije bitno.

Tema ovog skupa bila je **zaštita životne sredine**, pa je posebno bilo reči o ulozi i odgovornostima inženjera i sveukupnog tehničkog kadra u ovoj oblasti, smanjenju narastajućeg zagađivanja i opasnostima koje su evidentne, zaštiti životne sredine, transferu tehnologije i uvozu prljavih tehnologija, odlaganju opasnih otpadaka, prekograničnim zagađivanjima, tehnici i tehnologiji u službi mira i progresa, itd. Prisutni su (na svoj način) bili i svi događaji, od Persijskog zaliva gde su inženjerske znanje maksimalno korišćene, od Černobila i njemu sličnih akcidenata, naši nemiri i mnoge mogućnosti, itd.

Predloženo je i prihvaćeno, da se uputi javni predlog da bi i inženjeri, pri prijemu diplome, na primer, trebalo da polažu zakletvu, slično lekarima, da imaju poseban kodeks — moralni, što će ih obavezivati da sva svoja znanja i umeća koriste isključivo u korist i dobrobit čoveka i zaštitu životne sredine, da potpisuju takvu zakletvu (sa kratkim i jasnim tekstom), da je poštuju u radu, bez obzira na okolnosti i uslove, da ... da se i na taj način približavamo razvijenom i civilizovanom svetu ■

SPASIMO PROŠLOST DA BISMO ZNALI ŠTA SE ZBIVA DANAS

poručite knjigu Majkla Liza po najpovoljnijoj ceni
1200 puna cena
840 dinara za članove Kluba čitalaca BIGZ-a, plaćanje odjednom
960 plaćanje odjednom za ostale

Lizova knjiga „Silovanje Srbije" ostavlja utisak strasne ispovesti čoveka koji je nevoljno učestvovao u bezdušnoj antisrpskoj raboti. Juna 1943. Majkl Liz spušten je padobranom u južnu Srbiju kao britanski oficir za vezu sa lojalnim četničkim snagama. Tačno godinu dana Liz provodi u korpusu majora Radoslava Đurića, četničkog komandanta na sektoru Leskovac—Vranje—Priština, sa specijalnim zadatkom da ruši prugu Beograd—Solun. Nakon što je britanska vlada napustila Mihailovića, Liz je evakuisan u Italiju sa jednog poletišta u Pranjinama, blizu Čačka .
Po ovom oglasu poručite i džepnu knjigu u kompletima



Komplet 1: Džepna knjiga lektira

1.	Ivo Andrić: **Na Drini ćuprija,** roman	99
2.	Ivo Andrić: **Prokleta avlija,** novela	69
3.	Borisav Stanković: **Nečista krv,** roman	89
4.	Franc Kafka: **Proces,** roman	99
5.	Simo Matavulj: **Bakonja fra Brne,** roman	89
6.	Aleksa Šantić: **Pesme**	69
7.	Jovan Deretić: **Kratka istorija srpske književnosti**	99
8.	Rajko Petrov Nogo: **Srpske junačke pjesme,** antologija	89
9.	Onore de Balzak: **Čiča Gorio,** roman	99
10.	Danilo Kiš: **Rani jadi,** ciklus	79

Ukupna cena kompleta: 880 **Sa popustom: 616**

Komplet 2: Džepna knjiga: domaći pisci

11.	Vuk St. Karadžić: **Opisanije Srbije**	99
12.	Dušan Kovačević: **Balkanski špijun i druge drame**	99
13.	Brana Crnčević: **Dnevnik jednog**	59
14.	Matija Bećković: **Izabrane pesme i poeme**	89
15.	Slobodan Selenić: **Očevi i oci,** roman	89
16.	Živojin Pavlović: **Zadah tela,** roman	99
17.	Vidosav Stevanović: **Nišči,** roman	99
18.	Brana Šćepanović: **Usta puna zemlje,** novela	69
19.	Vojislav Lubarda: **Preobraženje,** roman	99
20.	Miodrag Bulatović: **Ljudi sa četiri prsta,** roman	99

Ukupna cena kompleta: 900 **Sa popustom: 630**

Komplet 3: Džepna knjiga: strani pisci

21.	Lešek Kolakovski: **Ključ nebeski,** rasprave	79
22.	Robert Ladlam: **Ostermenov vikend,** kriminalistički roman	79
23.	Edgar Alan Po: **Najlepše priče**	89
24.	Ramon Redige: **Đavo u telu,** roman	69
25.	D. H. Lorens: **Ljubavnik ledi Četerli,** roman	69
26.	Erika Jong: **Strah od letenja**, roman	89
27.	Robert Ladlam: **Put za Gandolfo,** roman	180
28.	Aleksandar Dima sin: **Dama s kamelijama,** roman	59
29.	Herman Hese: **Narcis i zlatousti,** roman	160
30.	Agata Kristi: **N ili M,** kriminalistički roman	140
31.	Herman Hese: **Stepski vuk,** roman	140
32.	Herman Hese: **Sidarta,** roman	120
33.	Herman Hese: **Demijan,** roman	140

Ukupna cena kompleta: 1.393,00 **Sa popustom: 975**

Beogradski izdavačko-grafički zavod
Bulevar vojvode Mišića 17, 11000 Beograd
telefoni: 650-235 i pretplata 653-763

Narudžbenica — 182/GL

Mesto i datum

Ovim poručujem sledeće knjige:
- Knjigu Majkla Liza „Silovanje Srbije". Kao član Kluba, čl. karta br. ________. Plaćanje odjednom, cena za ostale, u tri jednake rate (podvući način na koji plaćate)
- Džepne knjige iz kompleta 1—2—3 (podvući željeno), po ceni koje su naznačene u oglasu, a odnose se na članove Kluba, čl. karta br. ________
- Džepne knjige iz kompleta, plaćanje odjednom za ostale. Komplet 1: po ceni od 704 din. komplet 2: 720 din. komplet 3: 1125 din. (podvući željeni komplet)
- Komplet ću oformiti sam od knjiga pod brojem ________ (najmanji iznos oformljenog kompleta ne sme da bude manji od 300 dinara)

Ime i prezime — Adresa stana

Telefon — br. l.k. i SUP — potpis

Dvera o zaposlenju, penzioneri prilažu poslednji ček od penzije

Važnost ovog oglasa je 15 dana od izlaska lista iz štampe